Conservatoire National des Arts et Métier

Thèse pour obtenir le grade de docteur du CNAM
Discipline : Informatique

Présentée et soutenue publiquement par Thomas Gaudy
le 3 Juillet 2008

Etude et développements de jeux vidéo sonores accessibles aux personnes aveugles

Directeur de Thèse	Stéphane Natkin	Centre de Recherche en Informatique du CNAM
Codirecteur de Thèse	Dominique Archambault	Laboratoire Interfaces Non Visuelles et Accessibilité de l'Université Pierre et Marie Curie
Responsable Industriel	Gilles Candotti	Entreprise CECIAA

Jury : Jaime López-Krahe (président),
Jaime López-Krahe (rapporteur), Noëlle Carbonell (rapporteur),
Eliana Sampaio, Cécile Le Prado, Pierre Cubaud, Claude Liard.

N° attribué par la bibliothèque : |__|__|__|__|__|__|__|__|__|__|__|__|

Résumé

Les jeux vidéo sont un divertissement qui touche un public de plus en plus large. Cependant, le concept même de jeux basés sur la perception visuelle exclue toute une catégorie de joueurs: les personnes déficientes visuelles. Nous avons effectué un état de l'art des jeux sonores sous leurs différentes formes dans la première partie de cette thèse. Les jeux sonores souffrent d'une prise en main difficile. L'explication des règles par l'utilisation du langage n'est pas assez efficace et nuit au rythme de l'interaction. Nous nous demandons s'il est possible d'inclure un système non langagier permettant un démarrage rapide de la partie dans un jeu sonore accessible aux personnes non voyantes. La seconde partie constitue une réflexion théorique sur les qualités que doivent présenter les jeux pour permettre une prise en main rapide. Nous expliquons comment une personne devient joueur progressivement en suivant un processus d'apprentissage basé sur l'interaction. Il n'est pas nécessaire de fournir au joueur des informations explicites sur les règles du jeu mais il faut présenter à chaque étape un défi qui puisse être surmonté. Nous développons notre réflexion théorique en considérant les méthodes de communication audio non langagières telles que les « earcones » et les « icônes auditifs ». Nous considérons enfin les travaux de chercheurs qui préconisent de donner une orientation plutôt « musicale » à cette forme de communication non verbale.

En troisième partie, nous tentons de répondre à notre problématique à l'aide de trois protocoles expérimentaux. Premièrement, nous nous demandons s'il existe des différences de progressions entre deux groupes de personnes jouant à deux versions du même jeu dont l'une exclue l'aide explicite ? Les résultats de ce protocole montrent qu'il existe des différences : le système non verbal testé fonctionne mal mais deux joueurs parviennent à progresser sans aide langagière, ce qui nous amène à penser que ce système peut fonctionner et être amélioré. Deuxièmement, nous nous demandons s'il y a des différences de progression entre deux groupes de joueurs déficients visuels ayant respectivement entre quinze et dix-sept ans ou entre dix-sept et vingt-deux ans, jouant à un autre jeu muni d'un système d'auto apprentissage non verbal amélioré. Les résultats ne nous permettent pas de conclure sur cette question mais nous amènent à penser que notre système pourrait être mieux appréhendé par un public de jeunes adultes. Le système d'auto apprentissage non explicite fonctionne de façon satisfaisante avec la plupart des joueurs. Troisièmement, nous nous demandons si des joueurs voyants peuvent être d'avantage intéressés par un jeu sonore si celui-ci présente un système de gratification visuelle. Il semble que ce soit le cas à condition que le rendu visuel soit suffisamment évocateur. En conclusion, nous proposons dans le cadre d'un jeu sonore de labyrinthe accessible aux personnes aveugles, un système d'apprentissage non langagier qui permet un démarrage rapide de la partie. L'efficacité de ce système est toutefois perfectible.

Nous envisageons d'inclure ce système dans des styles de jeux variés et en simplifiant d'avantage le nombre de commandes requises, afin de le rendre plus accessible à d'autres publics de joueurs.

Summary

Video games constitute an entertainment with a fast increasing audience. However, the concept of games based on visual perception excludes a whole category of players: visually impaired players. We have assessed a state of the art of the different kinds of audio games in the first part of this thesis. Audio games are difficult to take control of. Language-based explanation of the rules is not efficient enough and disturbs the interaction rhythm. We want to investigate whether it is possible to include a non-verbal system allowing a quick start of blind-accessible audio games. The second part of this thesis constitutes a theoretical analysis of the features those games must present in order to allow a quick start. We explain how a person progressively becomes a player when following an interaction-based learning process. It is not necessary for the player to be given explicit information about the rules of the game but it is required that each step offers a challenge which can be overcome. We develop our theoretical analysis by considering non-verbal ways of communication such as “earcones” or “auditory icons”. Finally, we consider the works of researchers who recommend to give a more musical orientation to this form of non-verbal communication. In the third part, we try to answer our core problem with the help of three experimental protocols. First, we want to investigate whether two groups of gamers playing with two different versions of the same game (one version excluding explicit help) progress differently. The results of this protocol show that differences exist, which leads us to consider that our non-verbal system hardly works in this state but two players manage to progress without explicit help. Secondly, we study the differences between two groups of visually impaired gamers playing another game without explicit help on an improved system, one group aged between fifteen and seventeen and the other between seventeen and twenty-two. The results do not allow us to draw conclusions on this question but lead us to consider that our system could be better handled by an audience of young adults. The improved non verbal system works correctly for most of the players. Thirdly, we want to know if sighted players are more easily interested in an audio game if it offers a visual payoff system. This seems to be true if the visual rendering is sufficiently evocative. Otherwise, the visual rendering can disturb the progression of some players during the first steps of the game. In conclusion, we offer a non-verbal learning system allowing a quick start within the context of a blind-accessible maze game. However, this game’s efficiency is perfectible. We consider to include this system in other types of games and to reduce the complexity of the interface in order to enhance the accessibility for other audiences of players.

Mots clés

Game design, Level design, Sound design, Jeux vidéo, Jeux sonores, Ergonomie, Handicap visuel, Handicap moteur, Processus d'apprentissage, Communication non verbale.

Keywords

Game design, Level design, Sound design, Video games, Audiogames, Usability, Visual impairment, Motor impairment, Learning process, Non-speech audio.

Illustration ci-dessus: Un joueur de jeu sonore accessible est en pleine action.

Remerciements

Je remercie vivement l'ensemble des membres du jury pour le temps consacré à l'évaluation de cette thèse. En particulier, je remercie chaleureusement Stéphane Natkin et Dominique Archambault pour leur investissement dans la direction de cette thèse et leurs enseignements sur le fonctionnement de la recherche. Nous remercions l'entreprise CECIAA pour avoir financé cette recherche et permis son déroulement dans des conditions idéales. Nous remercions l'Association Nationale de la Recherche Technique pour avoir rendu possible ce financement dans le cadre d'un dispositif CIFRE. Nous remercions les instituts suivants pour nous avoir accueilli et aidé dans le déroulement de notre recherche : L'Ecole Régionale pour les Déficients Visuels (Loos), l'Institut des Jeunes Aveugles (Toulouse), la salle Louis Braille de la Cité des Sciences et de l'Industrie (Paris), l'Association Notre Dame (Neuilly sur Seine), l'association Cécitix (Caen), l' Institut Nazareth et Louis Braille (Longueuil, Québec), l'école Jacques-Ouellette (Longueuil également), l' Institut Arla (Espoo, Finlande), l'Etablissement Régional d'Enseignement Adapté pour Déficients de la Vue (Lyon). Merci à l' « Association Aux Frontières du Pixel » pour nous avoir invité à présenter quelques jeux sonores à l'occasion du Paris Anime Game Show. Merci aux personnes rencontrées qui nous ont aidé dans nos travaux par des conversations très stimulantes avec en particulier Roland Cahen, Hubert Michel, Micheline Thiberge, Pascal Giloire, Olivier Gapenne et Jacques Piquot. Nous remercions les institutions qui ont participé à l'élaboration de nos maquettes de jeux : le Laboratoire Brigitte Fribourg et en particulier Mr Claude Liard pour ses travaux qui ont inspiré le concept de « Chrono Souris ». L'Ecole Supérieure d'Informatique, Réseaux et Systèmes d'information (ITIN) et trois de ses étudiants, Sylvain Baudrimont, Marc-Antoine Pourcel et Sébastien Quirrion pour la programmation de « Pyvox 3 ». L'Ecole National des Jeux et Média Interactifs Numériques (ENJMIN), avec une pensée particulière pour les étudiants qui ont contribué à l'évolution de nos jeux sonores : Nous remercions ainsi Xavier Montels, Samuel Lachaud, Bertrand Poulain, Fabien Deleurme, Nicole Chin lu et Jean Leman pour leur contribution au sound design de « Tampokme ». Merci aussi à Yann Van Der Cruyssen, Etienne Marque, Guillaume Tiger, Marie-Emilie Brun, Sylvain Buffet, Dorian Mastin, Gregory Desmurs, Romain Brillaud pour leurs contributions au design sonore du jeu « Pyvox 3 ». Merci enfin à Camille Bigata, Philippe Chambon et Benjamin Dubois, pour leur participation à l'évaluation des qualités de « Pyvox 3 ». Merci à Cécile Le Prado et à Thierry Dilger pour avoir rendu possible les collaborations avec les étudiants en spécialité « conception sonore » de l'ENJMIN et à Ludovic Le Bigot pour avoir permis une collaboration avec trois de ses étudiants en spécialité « ergonomie ». Par ailleurs, nous remercions les organismes qui nous ont apporté un soutien précieux pour réaliser le dossier CIFRE qui permit le lancement de cette recherche : l'association Valentin Hui (et en particulier, l'antenne rouennaise), l'association « Handicapés et Informatique » (Bruxelles, Belgique), l'association des auxiliaires des aveugles (Rouen), L'entreprise Parallax Factory et son directeur Julien Millet, Xavier Rodet de l'équipe « Analyse Synthèse » de l'Institut de recherche et coordination acoustique/musique (Paris). Merci à Frédéric Aguilard pour m'avoir grandement aider à initier cette thèse. Merci à tous les joueurs qui ont testé nos maquettes de jeu, au cours de cette thèse, à des stades pas toujours très aboutis, avec une pensée particulière pour Claire Amoroso, Kevin Vial, Alex Papillon, Clément Gass, Quentin Cosenday, Simon Boivert, Aliou, Amandine Poulard et Eric Guyet. Merci à Benoît Martiré pour son système de protection logiciel, à l'équipe de Krakli Software ainsi qu'à Chris Sciurba et Warren Bones pour leurs synthétiseurs, à AudioNerdz pour leur Delay Lama, aux oufs malades de Gameblog.fr/Presse Start pour l'autorisation d'utiliser des photos de leur site. Merci à la tribu Gaudy, à Marc Lemire et à Stéphanie Akre pour leur soutien permanent.

Table des matières

INTRODUCTION : des jeux numériques aux jeux sonores 12

1 Les jeux numériques, les jeux vidéo et les jeux visuels 13
2 Oublier le sens de la vue et se reposer sur l'audition 14
3 Problématique de la thèse 15
4 Méthode 16

PREMIERE PARTIE : état de l'art 17

1 Données principales 18
1.1 Historique 18
1.2 Supports 19
2 Définitions de types de jeux selon leur gameplay 20
2.1 Définitions sur la notion centrale de gameplay 20
2.2 Les types de gameplay 21
2.3 Etude d'une catégorisation des jeux visuels 23
2.3.1 Les jeux visuels puzzles ou de société 23
2.3.2 Les jeux visuels d'action 24
2.3.3 Les jeux visuels de stratégie 24
2.3.4 Les jeux visuels d'aventure 25
2.3.5 Les mélanges issus de ces quatre catégories principales 25
3 Etat de l'art des jeux en rapport avec le handicap visuel 26
3.1 Les jeux sonores accessibles 26
3.1.1 Les jeux sonores de société 27
3.1.2 Les jeux sonores de gestion / simulation 28
3.1.3 Les jeux sonores d'exploration 29
3.1.4 Les jeux sonores d'action 29
3.1.5 Les jeux sonores mixtes 30
3.2 Les jeux visuels selon leur accessibilité 30
3.2.1 Les jeux visuels standards accessibles par mécanismes structurels 30
3.2.2 Les jeux visuels accessibles par détournement des buts 32
3.2.3 Les jeux visuels musicaux inaccessibles 33

3.3 Les expérimentations interactives musicales....34
3.3.1 Les expérimentations interactives musicales testables sur ordinateur....35
3.3.2 Les expérimentations interactives musicales évènementielles....36
3.4 Les jeux sonores accessibles utilisant des périphériques non standards....37
3.4.1 Les systèmes de rendu sonore inhabituels....38
3.4.2 Les systèmes de contrôle encore peu utilisés....38
3.4.3 Les jeux sonores électroniques jouables sans ordinateur....41
4 Les problèmes généraux des jeux audio actuels....41
4.1 Une prise en main difficile et un plaisir non immédiat....41
4.2 Le langage....44
4.3 L'absence de musicalité....45
4.4 Les risques de perte de capacité auditive....46
4.5 La rareté des jeux sonores multi joueurs....46
4.6 La prise en compte des attentes du public voyant....48

SECONDE PARTIE : Vers des jeux jouables sans image ni instruction explicite....49

1 Définition du plaisir et considération de ses principes d'obtention....52
1.1 Les états psychologiques qu'un jeu bien conçu peut apporter....52
1.1.1 La sensation de présence....52
1.1.2 L'état de flow....53
1.1.3 L'immersion et l'abstraction....55
1.1.4 La nature des défis que doit surmonter le joueur....56
1.1.5 Boucles de gameplay et temps de réaction....57
1.1.6 Attitude compétitive....60
1.1.7 Attitude contemplative....60
1.1.8 Principe d'alternance entre contemplation et compétition....62
1.1.9 Conclusion : Principe d'apprentissage pour les jeux sonores....64
2 L'esthétique des jeux sonores....65
2.1 Le remplacement d'instructions verbales par des sonorités non langagières....66
2.1.1 Avantages des sonorités non langagières....66
2.1.2 Utilisation des sonorités non verbales....66
2.1.3 Les icônes auditifs....67
2.1.4 Les earcones....67
2.1.5 Synthèse et application aux jeux....68
2.2 Des sonorités non langagières à la mise en place de musique interactive....69
2.3 Conclusion....70

TROISIEME PARTIE : Evaluations d'un système d'auto apprentissage non explicite 71

1 Prototype du système d'auto apprentissage non explicite....74
1.1 Un jeu d'exploration utilisant le langage : « Pyvox, musical maze »....75
1.1.1 Description générale de « Pyvox, musical maze »....75
1.1.2 Tutorial langagier de « Pyvox »....76
1.1.3 Indicateur de progression dans « Pyvox »....77
1.1.4 Familiarisation du joueur avec l'interface du jeu....77
1.1.5 Familiarisation du joueur avec l'avatar....78
1.1.6 Familiarisation du joueur avec l'environnement du jeu....79
1.1.7 Evolutions musicales de « Pyvox »....81
1.2 Etude de la progression de joueurs déficients visuels selon que le système d'auto apprentissage soit explicite ou non....83
1.2.1 Hypothèse générale....83
1.2.2 Objectif de l'étude....83
1.2.3 Population étudiée....83
1.2.4 Conditions de tests....83
1.2.5 Matériel d'étude....84
1.2.6 Instructions....85
1.2.7 Variables indépendantes de l'individu....85
1.2.8 Variables dépendantes de l'individu....85
1.2.9 Problématique opérationnelle....86
1.2.10 Hypothèse opérationnelle....86
1.2.11 Résultats....86
1.2.12 Interprétations des résultats....87
1.2.13 Conclusion de ce protocole....91
2 Améliorations du système d'auto apprentissage non explicite....91
2.1 Un jeu sans langage: « Pyvox 2, more musical mazes »....91
2.1.1 Reprise du système de casse tête pour trouver les bonnes touches....91
2.1.2 Evolution de l'environnement de « Pyvox 2 »....92
2.2 Etude de l'efficacité d'un système d'auto apprentissage non explicite selon l'âge des joueurs....95
2.2.1 Hypothèse générale....95
2.2.2 Objectif de l'étude....95
2.2.3 Population étudiée....95
2.2.4 Conditions de tests....96
2.2.5 Matériel d'étude....96
2.2.6 Instructions....98
2.2.7 Variable indépendante de l'utilisateur....98

2.2.8 Variable dépendante de l'utilisateur 98
2.2.9 Problématique opérationnelle....98
2.2.10 Hypothèse opérationnelle....99
2.2.11 Résultats....99
2.2.12 Interprétation des résultats 100
2.2.13 Conclusion de ce protocole....101
2.3 Etude de la progression de joueurs voyants selon que le système d'auto apprentissage présente des encouragements visuels ou non 102
2.3.1 Objectif de l'étude 103
2.3.2 Hypothèse générale 103
2.3.3 Population étudiée 103
2.3.4 Conditions de tests....104
2.3.5 Matériel d'étude 104
2.3.6 Instructions....105
2.3.7 Variable indépendante du joueur....105
2.3.8 Variables dépendantes du joueur....105
2.3.9 Problématique opérationnelle....105
2.3.10 Hypothèses opérationnelles....106
2.3.11 Résultats....106
2.3.12 Interprétation des résultats 106
2.3.13 Conclusions de ce protocole 109
2.4 L'aspect multijoueurs dans un jeu d'exploration : « Pyvox 3 » 111
3 Limites actuelles de nos applications....112
3.1 Problèmes causés par de mauvaises manipulations 112
3.2 Problèmes associés aux consignes données avant le démarrage du jeu....113
3.3 Problèmes d'orientation lors des activités d'exploration 113
3.4 Problèmes d'évaluation des risques de pertes auditives....114
3.5 Problèmes de linéarité et de durée de vie 115

Conclusion et perspectives futures....116

1 Résultats 116
2 Perspectives....117

Bibliographie 121

Annexes....132

1 Descriptions de mécanismes ludiques de jeux sonores....133
1.1 Hiérarchisation des mécanismes d'exploration....133
1.1.1 La téléportation....133
1.1.2 Le déplacement unilatéral....134
1.1.3 La rotation....134
1.1.4 Le déplacement bilatéral....134
1.1.5 Le déplacement de type « absolu » dans un espace plan....135
1.1.6 Le déplacement de type « relatif » dans un espace plan....135
1.1.7 Le déplacement combinant les modes absolu et relatif....136
1.2 Mécanismes de perception de l'environnement....136
1.2.1 Distinction entre collisions et déplacements....137
1.2.2 Renseignement sur l'orientation à prendre....137
1.2.3 Indice à propos de la distance séparant l'avatar d'une cible....137
1.2.4 Retour d'information selon le type de zone explorée....137
1.2.5 Sur la quantité de « bon chemin » parcourue....138
1.2.6 Le centrage d'un son stéréo....138
1.2.7 Les indications de dépassement d'un objet....138
1.2.8 La perception d'obstacles distants faisant face à l'avatar....138
1.2.9 La perception en éventail d'obstacles distants....139
1.2.10 La perception de passages dégagés ou bloqués....139
1.2.11 Les boussoles sonores....139
1.2.12 Illusions perceptives d'explorations intéressantes....140
1.3 Facteurs servant à la création de mécanismes de synchronisation....140
1.3.1 Conséquences en cas d'action selon la bonne synchronisation....140
1.3.2 Conséquences en cas d'action selon une mauvaise synchronisation....141
1.3.3 Complexité de la séquence d'interaction à réaliser....141
1.3.4 Temps laissé au joueur pour réagir....142
1.3.5 Fréquence d'utilisation des mécanismes de synchronisation....142
2 Description du jeu sonore « Chrono Souris »....142
2.1 Principe général : un jeu jouable à la souris....142
2.2 Level Design de « Chrono Souris »....144
2.3 Sur quelle configuration faire reposer les autres jeux ?....145
3 Un jeu basé sur des mécanismes d'action : « Tampokme »....145
3.1 Description générale de « Tampokme »....145
3.1.1 Système de scoring de « Tampokme »....146
3.1.2 Tutorial langagier de « Tampokme »....146
3.1.3 Système de sélection du langage de « Tampokme »....147
3.1.4 Qualité du gameplay de « Tampokme »....147

3.2 L'inclusion du multijoueurs dans les jeux utilisant des mécanismes de synchronisation 148
4 Processus de développements de nos jeux 148
4.1 Méthodologie de test 148
4.2 Outils de développement 150
4.2.1 Outils souhaitables 150
4.2.2 Outils possibles 150
4.2.3 Choix des outils de programmation 152
4.2.4 Choix des outils de Sound Design 153
4.2.5 Resources sonores utilisées 154
5 Bibliographie des références citées en annexe 154
6 Représentation des niveaux de Chrono Souris, Pyvox 1 & 2 156
6.1 Niveaux de Chrono Souris 156
6.2 Niveaux de Pyvox, musical maze 159
6.3 Niveaux de Pyvox 2, more musical mazes 161
7 Inventaire des jeux sonores par catégories 164
7.1 Où trouver les communautés de joueurs ? 164
7.2 Liste de jeux sonores 165
7.2.1 Jeux d'action 166
7.2.2 Jeux d'exploration 169
7.2.3 Jeux de stratégie ou de gestion 170
7.2.4 Jeux de société 170
7.2.5 Styles de jeux non définis 174
7.3 Quelques expérimentations multimédia 178

INTRODUCTION : des jeux numériques aux jeux sonores

Les jeux sonores accessibles aux personnes aveugles représentent à la fois un défi et une possibilité de renouvellement pour les champs de recherche s'intéressant aux jeux vidéo.

Le ministère de la santé, de la jeunesse et des sports citant (P. Mormiche et V. Boissonnat, 2003.), rapporte qu'il y aurait en 2003 et en France environ 207 000 personnes aveugles ou mal voyants profonds. Les « individus malvoyants moyens » seraient environ 932 000. La prévalence de ce handicap varierait entre 0,5 et 2 pour mille.

L' Organisation Mondiale de la Santé évalue pour l'année 2002 à 161 millions le nombre de personnes déficientes visuelles (soit environ 2,6 % de la population mondiale), parmi lesquelles sont distinguées 124 millions de personnes souffrant de malvoyance et 37 millions de personnes aveugles (World Health Organization, 2004). Cette population compte aussi ses nombreux joueurs et joueuses que l'industrie du jeu vidéo oublie. Pour pallier à ce manque, de petites équipes indépendantes, des chercheurs travaillant dans des domaines touchant à l'accessibilité, l'informatique ou le jeu et certains des joueurs aveugles eux-mêmes ont, année après année, créé une communauté basée sur une culture du jeu numérique riche de plus de quatre cents jeux accessibles. Actuellement, les cultures issues des mondes du jeu vidéo ou de ceux des jeux sonores accessibles se mélangent peu. Pour mieux comprendre les relations entre les jeux accessibles aux joueurs non voyants et les jeux destinés au public voyant, nous consacrons la première des trois parties de cette thèse à un état de l'art des jeux sur console ou ordinateur en rapport avec le handicap visuel.

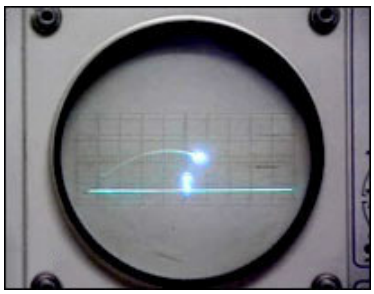
Les jeux accessibles aux personnes aveugles nous font entrevoir de fantastiques possibilités de renouvellement des conditions de jeux vidéo actuelles, activement recherchées par les joueurs voyants comme le montrent les ventes records de Nintendo DS avec plus de deux millions de ventes pour le seul marché français (C. Guillemin, 2008). Les jeux sonores offrent un nouveau potentiel aux joueurs désirant « jouer autrement » en tirant avantage de l'absence de l'écran dans la configuration obligatoire de jeu (voir les illustrations 1 et 2).

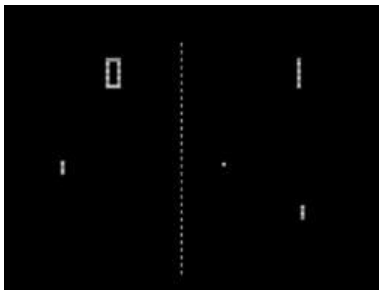
Illustrations 1 & 2: les conditions sociales d'utilisation des audiogames diffèrent de celles des jeux visuels. Les joueurs et spectateurs n'ont pas à être rivés vers un écran.

Avant d'en dire plus sur les jeux sonores accessibles, il est préférable d'expliquer plus en détail certaines terminologies afin de distinguer la notion de « jeu vidéo » de celle de « jeu visuel ».

1 Les jeux numériques, les jeux vidéo et les jeux visuels

Les jeux vidéo ne sont pas les seuls jeux interactifs numériques mais ils figurent parmi les premiers, en considérant par exemple : « Tennis for Two » de Willy Higinbotham en 1958, « Spacewar ! » de Steve Russel et ses collaborateurs en 1962 ou « Pong » de Nolan Bushnell en 1972 (voir les illustrations 3, 4 et 5).





Illustrations 3, 4 et 5: de gauche à droite, « Tennis for Two », « Spacewar ! » et « Pong ».

Tous les autres jeux numériques doivent leurs origines à ces premières expérimentations et de façon plus générale, tous les jeux existants s'inspirent de leurs précurseurs. C'est pourquoi les jeux vidéo constituent un objet d'étude incontournable pour mieux comprendre l'évolution des jeux sonores. Quelles sont les définitions des jeux vidéo ?
Nous utiliserons la définition des jeux vidéo de Stéphane Natkin (S. Natkin, 2006):

« Nous appelons jeu vidéo une œuvre audiovisuelle interactive dont l'objectif premier est de distraire ses utilisateurs/spectateurs et qui utilise pour sa reproduction un appareil basé sur une technologie informatique. »

Cette définition souligne la caractéristique visuelle de ces jeux numériques (il existe en effet des jeux numériques sans aucun visuel). Elle n'implique cependant pas que le joueur doive voir ce visuel pour pouvoir jouer. La nuance est importante car dans la première partie de cette thèse, nous évoquons des jeux accessibles aux joueurs non voyants qui présentent des graphismes. Les jeux accessibles aux personnes déficientes visuelles peuvent donc être des jeux vidéo mais ceux-ci ne correspondent pas aux jeux vidéo grand public plus classiques que nous rencontrons dans les magasins. Pour qualifier ces derniers, nous parlons de « jeux visuels » ou de « jeux standards », c'est-à-dire des jeux numériques dont l'interface graphique

doit nécessairement être vue pour être correctement manipulés.

L'industrie du jeu vidéo a plus de trente ans et a subi d'importantes mutations au cours de sa courte histoire. A chacune de ces mutations, l'aspect visuel des jeux a toujours pris plus d'importance. Les formes monochromes des débuts se sont affinées et ont revêtues de plus en plus de couleurs. Elles sont ensuite passées d'une représentation en deux dimensions à une mise en scène en trois dimensions. Les jeux standards sont devenus l'un des secteurs d'activité essentiel du paysage audiovisuel (V. Gal et al., 2002, a). Leur histoire est plus particulièrement détaillée dans les ouvrages suivants : (R Demaria et J.L.Wilson, 2002), (A. Le Diberder et F. Le Diberder, 1998), (S.L. Kent, 2001) et (D. Ichbiah, 2004).
La création de jeux standards est passée progressivement d'une démarche de conception très artisanale à des méthodes d'élaboration industrielle nécessitant de nombreuses compétences complémentaires, mais elle a laissé les préoccupations d'accessibilité derrière elle et néglige encore ses enjeux.

Les jeux vidéo sont souvent des jeux visuels inaccessibles. Inaccessibles pour les personnes qui ne peuvent pas utiliser de façon « normale » l'écran. Les personnes atteintes de cécité ou des différents types de malvoyances sont concernées mais les problèmes d'accessibilité touchent aussi les personnes qui ont une vision des couleurs altérée ou celles qui ont des difficultés à lire les informations affichées à l'écran. Les problèmes d'inaccessibilité atteignent également les personnes qui n'ont pas la possibilité motrice d'utiliser toutes les commandes nécessaires pour progresser dans le jeu et ceux qui souffrent de problèmes cognitifs à cause de difficultés posées par le jeu qui se révèlent rapidement décourageantes.
Les travaux en accessibilité du jeu sont importants pour les joueurs et pour les concepteurs (IGDA, 2004), (D. Archambault et al, 2007) et (B. Ellis , 2006). Nous nous intéresserons dans cette thèse essentiellement au handicap visuel. Il est dommage de constater que pour l'industrie du jeu, ce domaine d'étude soit peu exploité.

2 Oublier le sens de la vue et se reposer sur l'audition

A l'heure actuelle, la majorité des développeurs semblent concentrer leurs efforts pour obtenir un réalisme visuel toujours plus impressionnant. Il est vrai qu'il y aura toujours des joueurs à la recherche de plus de réalisme. Cependant, la recherche de réalisme graphique doit s'accompagner aussi de réalisme sonore, de réalisme en intelligence artificielle, en cohérence dans les univers explorés. Les coûts de développement qui en résultent peuvent exploser.
Pourtant, des game designers expérimentés comme Chris Crawford voient des avantages à l'absence de graphisme dans les jeux numériques :
« *L'absence d'informations visuelles peut être aussi stimulante pour l'imagination que leur présence* »

(C. Crawford, 2003, lesson 16).
Un jeu numérique sans visuel peut s'appuyer sur d'autres canaux perceptifs.
Le toucher (A. Sepchat et al., 2006) et l'odorat (R. Tortel et al., 2007) offrent des possibilités de développement intéressantes mais nécessitent l'usage de périphériques spéciaux.
Les jeux numériques reposant sur l'audition, que nous appelons dans la suite de cette thèse « jeux sonores », peuvent être conçus pour fonctionner avec un matériel standard. Quasiment tous les ordinateurs proposent une sortie son. De plus, l'usage de l'audio dans les interfaces homme machine a déjà fait l'objet de nombreux travaux. Nous savons depuis ceux réalisés par Gaver (W.W. Gaver, 1989) qu'un bon usage de l'audio dans les interfaces homme machine permet une meilleure utilisation de celles-ci.
Des jeux sonores accessibles de qualité émergent depuis plus de dix ans déjà (D. Cohn, 2005). Les jeux audio accessibles font l'objet d'études scientifiques et permettent l'adaptation de jeux existants, comme les tours de Hanoi par exemple (F. Winberg et S-O. Hellström, 2000), ou le « Cluedo » (T. M. Drewes et al., 2002). Les recherches favorisent aussi la conception de jeux audio originaux (E. Velleman et al., 2004), (N. Röber et M. Masuch, 2005). Ces travaux décrivent des oeuvres de qualité qui émergent d'une volonté scientifique de mieux comprendre les mécanismes des jeux sonores et de contribuer à leur développement (D. Gärdenfors, 2003), (Y. Eriksson et D. Gärdenfors, 2004), (A. Buaud et al., 2002, b), (TIM partners, 2001).

Pour ces différentes raisons, nous avons choisi d'étudier les jeux sonores accessibles existants. Nous espérons aussi que l'étude approfondie des mécanismes employés dans les jeux sonores pourra être bénéfique aux développements d'utilitaires ou d'applications professionnelles (S. Roche, 2007).

Avant tout, nous devons considérer que les jeux sonores doivent rester des jeux. Qu'est ce qu'un jeu ? Selon Sid Meier, créateur de séries phares de jeux vidéo telles que « Civilization », « un jeu est une suite de décisions intéressantes ».
Dans le cadre des jeux numériques, une particularité est ajoutée : le joueur ne doit être exposé à un aucun risque, c'est son « avatar », incarnation du joueur dans l'univers virtuel, qui est visé par les dangers rencontrés au cours de la partie. Avatar est un mot issu de l'indouisme : il s'agirait de l'incarnation du divin dans le monde terrestre, qui peut s'effectuer d'âge en âge et sous différentes formes, pour poursuivre la lutte contre les forces maléfiques.
Nous allons donc étudier comment faire vivre à l'avatar et au joueur des aventures sonores non visuelles.

3 Problématique de la thèse

Cette recherche démarre par un état de l'art qui permet d'identifier différents problèmes

concernant les jeux sonores accessibles aux personnes déficientes visuelles.
Nous détaillons cette analyse dans la première partie de cette thèse.
Nous y expliquons que l'une des caractéristiques essentielles des jeux standards est que les joueurs apprennent leur fonctionnement directement en jouant. En ce sens, les jeux standards constituent des systèmes d'auto apprentissage. Les jeux sonores accessibles ne respectent pas ce principe d'auto apprentissage. Beaucoup de joueurs handicapés visuels ne parviennent pas à les prendre en main. Les jeux sonores accessibles ne parviennent pas non plus à susciter l'intérêt du public de joueurs voyants, pourtant demandeur de nouvelles expériences ludiques. Nous pensons que cette absence de système d'auto apprentissage dans les jeux sonores constitue la raison principale de leur faible diffusion.
C'est pourquoi nous articulons notre recherche autour de la problématique suivante : est-il possible d'inclure un système d'auto apprentissage permettant un démarrage rapide de la partie dans un jeu sonore accessible pour les personnes non voyantes ?

Pour être efficace, la réponse à cette problématique doit prendre en compte plusieurs contraintes : le système proposé doit pouvoir fonctionner sur un matériel standard tout en se passant de visuel, de phase d'apprentissage préalable et de consignes venant interrompre l'interactivité.

4 Méthode

Cette thèse apporte trois principales contributions aux domaines de recherches en rapport avec les jeux sonores. La première concernera l'étude et l'analyse des jeux existants. Nous pointerons ainsi les limites des jeux sonores accessibles existant en 2008.
Dans une seconde partie, nous nous attacherons aux solutions théoriques qui permettraient de mettre en place un système d'auto apprentissage efficace pour les jeux sonores accessibles.
Dans une troisième partie, nous tentons d'apporter une réponse à notre problématique à l'aide de trois protocoles expérimentaux où nous testons l'efficacité de jeux sonores accessibles originaux qui présentent un système d'auto apprentissage auprès de différents types de population de joueurs.

PREMIERE PARTIE :
état de l'art

1 Données principales

Il existe plus de quatre cents jeux sonores accessibles aux personnes déficientes visuelles. Ces jeux sont également appelés « audiogames ». L'inventaire de ces jeux figure en annexe.
Sur Internet, la communauté des « audiogamers » est fédérée autour de plusieurs places incontournables :

- « Audiogame.net » est un site web anglophone très complet.

- « Jeux access » s'adresse aux francophones. Il s'agit d'un autre site web doublé d'une liste de discussion, tout deux plus spécialisés dans les jeux d'aventures ou les jeux sonores les plus simples à prendre en main pour les non anglophones. (http://fa1ckg.free.fr/).

- « Audyssey » est un site anglophone qui propose une liste de discussion très dynamique et un magazine gratuit spécialisé sur l'audiogaming (http://www.audyssey.org/).

- D'autres communautés existent, proposant des approches complémentaires : « Sonokids.org », « game-accessibility.com », « http://gameaccess.medialt.no »...

1.1 Historique

Les jeux sonores tirent leurs origines des jeux d'aventures textuels, genre qui a été popularisé avec « Zork » de Infocom en 1980 (voir l'illustration 1.1).
Ces jeux contournaient alors les faibles possibilités d'affichage des ordinateurs par des descriptions textuelles. Le joueur devait écrire des lignes de commandes pour faire réaliser à son avatar des actions dans le jeu.

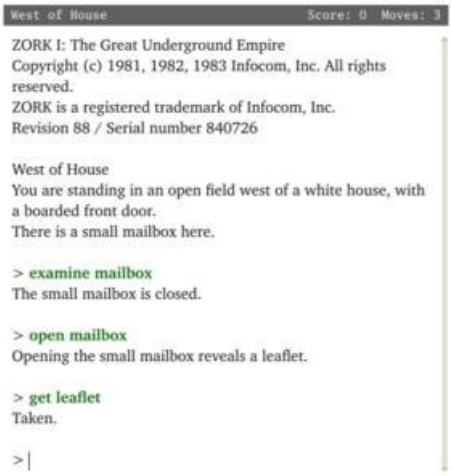


Illustration 1.1 : « Zork », un des ancêtres des jeux textuels accessibles.

Avec l'évolution technologique, la majorité de ces jeux s'est dotée de plus en plus systématiquement de graphismes, ce qui a contribué à leur faire perdre leur accessibilité. Toutefois, il reste toujours des jeux d'aventures qui n'utilisent que du texte.

D'autres jeux ont évolué de façon à présenter l'univers de jeu non pas avec du texte mais avec des caractères ASCII. Chaque caractère représente un élément constituant l'univers de jeu : obstacle, monstre ou avatar : ce sont des MUD (Multi Users Dongeon) également appelés « Rogue like », le jeu « Rogue » ayant été un des premiers du genre à rencontrer un grand succès (voir l'illustration 1.2). Ces jeux sont plus difficiles à maîtriser que leurs cousins les jeux d'aventures textuelles mais ils restent relativement accessibles avec un afficheur braille.

Par la suite, ces jeux ont peu à peu été étoffés de sonorités non langagières. Ainsi de nouvelles catégories de jeux accessibles ont émergé : les jeux sonores, que nous aborderons dans le chapitre 3.1 de cette première partie de thèse.

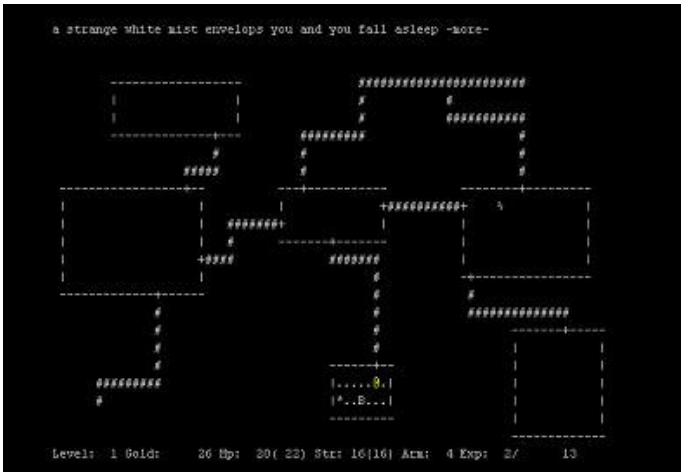


Illustration 1.2 : « Rogue », jeu vidéo textuel mais non langagier, à base de caractères ASCII.

1.2 Supports

La grande majorité des jeux sonores accessibles se joue sur PC et utilise le clavier et une sortie son stéréo comme interface standard (voir l'illustration 1.3).

Illustration 1.3 : le clavier et le casque stéréo constituent l'interface standard des jeux sonores.

Le clavier est le premier périphérique de contrôle à prendre en compte. D'une utilisation peu évidente pour le joueur néophyte, le joueur expert a en revanche le réflexe d'y chercher différentes fonctionnalités souvent employées dans les jeux sonores.
Les jeux sonores qui nécessitent l'usage d'autres périphériques sans proposer une compatibilité au clavier ou qui sollicitent une sortie son plus complexe qu'une sortie stéréo, connaissent en général des problèmes de diffusion. Nous abordons les périphériques non standards utilisables par certains types de jeu audio dans le chapitre 3.4 de cette première partie.

2 Définitions de types de jeux selon leur gameplay

2.1 Définitions sur la notion centrale de gameplay

Chris Crawford (C. Crawford, Chapitre 6, 2003) assimile la notion de « gameplay » à celle « d'interactivité » et en propose la définition suivante :
« Un processus cyclique où l'un après l'autre, deux agents écoutent, pensent et parlent (au sens métaphorique). »
Selon Stéphane Natkin (S. Natkin, 2006):
« Le gameplay est une boucle entre l'action du joueur et ses conséquences. On peut distinguer une phase de début et une phase de retour. »
Plus précisément (V. Gal et al., 2002, b):
« Un gameplay est défini par une hiérarchie d'objectifs donnée au joueur. Les objectifs peuvent être explicites : dans « GTA 3 », le joueur incarne un gangster et doit réaliser une succession de missions (tuer quelqu'un, détruire un lieu…). Dans le jeu « Black and White », le joueur incarne un dieu d'un petit monde. Son objectif principal est d'être reconnu et honoré par son peuple. Pour réaliser cet objectif, il peut être un bon dieu, en facilitant le quotidien de son peuple ou une sorte de diable connu pour sa cruauté. Cet objectif est implicite. Le joueur le découvre lorsqu'il comprend que son pouvoir augmente avec le nombre de croyants. Mais dans ce même jeu, chaque niveau est défini par un but explicite écrit sur un message (aide un berger à trouver son mouton). Pour atteindre l'objectif, le joueur doit prendre des décisions qui forment le cœur du gameplay. »

Un bon jeu amène le joueur à trouver de nouvelles stratégies à partir de son répertoire. Un gameplay se doit d'être à la fois relativement simple et caché, le joueur devant découvrir lui-même ses principes (S. Natkin, 2006, p45).

Selon Sébastion Genvo (S. Genvo, 2003), la notion de gameplay couvre deux sens. Au sens premier, il s'agit du « comment jouer », « How the game plays » en anglais, descriptif des

fonctionnalités des boutons d'action à l'usage des joueurs d'arcade qui n'ont que quelques minutes pour découvrir le jeu. Le sens second est plus général et couvre l'ensemble des possibilités d'action en opposant notamment la facilité d'exécution des commandes à la difficulté du défi que le joueur doit surmonter. Selon Sébastien Genvo, si un jeu est bon, indépendamment de ses caractéristiques techniques (graphiques et sonores), c'est grâce à un bon gameplay qui sait maintenir l'équilibre entre liberté d'action et règles strictes de façon à produire une tension indispensable à l'intérêt du jeu.

Nous retenons que le gameplay dépend d'une forme de couplage entre le joueur et l'univers de jeu et que pour maintenir ce couplage, le gameplay doit comporter une série de buts à atteindre et des ensembles de mécanismes permettant d'y arriver.

2.2 Les types de gameplay

De façon très générale et quel que soit le type de jeu considéré, le gameplay peut être plus ou moins réussi : si le gameplay est de qualité, le joueur ressent du plaisir. Dans le cas contraire, le joueur ne s'amuse pas. Le gameplay d'un jeu peut aussi être qualifié de riche ou de pauvre et de complexe ou de simple. Un gameplay riche parvient à fournir au joueur un plaisir qui peut être entretenu sur une très longue durée. A l'inverse, un gameplay pauvre lasse le joueur au bout de quelques minutes de jeu. Un gameplay complexe s'appuie sur un grand nombre de mécanismes de jeu tandis qu'un gameplay riche peut rester simple en présentant un nombre réduit de mécanismes mais qui fonctionnent très efficacement ensemble. Les jeux visuels « tetris » et « zoo keeper » fournissent de bons exemples de gameplay à la fois très simples et très riches (voir les illustrations 1.4 et 1.5). Le premier propose simplement au joueur d'empiler des blocs de façon à former des lignes horizontales. Le principe du second consiste à permuter des symboles de façon à en aligner trois verticalement ou horizontalement. Le plaisir de ces jeux provient de la répétition de ces actions dans des configurations toujours changeantes et selon un rythme de plus en plus effréné. Il est difficile de créer un gameplay qui soit à la fois riche et simple.

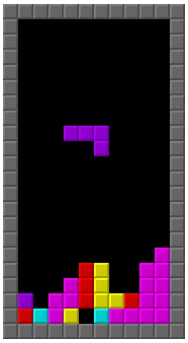


Illustration 1.4 et 1.5 : « Tetris » et « Zoo Keeper ».

Des jeux aux gameplay à la fois très simples et très riches.

En associant certains mécanismes de gameplay à l'efficacité éprouvée, il est possible parfois que le joueur entrevoit des possibilités d'interactions qui ne sont pas systématiquement prévues par les concepteurs du jeu. Ces propriétés particulièrement intéressantes sont appelées mécanismes de gameplay émergent (K. Salen et E. Zimmerman, 2004). Le gameplay émergent peut être particulièrement bénéfique pour la qualité d'un jeu. Par exemple, dans le cas du jeu visuel « Quake III », les concepteurs ont prévu que l'avatar puisse sauter et tirer des obus explosifs qui propagent une onde de choc au point d'impact. En revanche, ils n'ont pas imaginé que les joueurs aguerris apprendraient à tirer avec cette arme vers le sol au moment d'un saut de façon à atteindre, grâce à l'onde de choc, des hauteurs surprenantes. Bien utilisé, ce mécanisme de gameplay émergent peut apporter la victoire.
Les mécanismes de gameplay émergent sont à surveiller de très près, car ils peuvent aussi nuire à la qualité du jeu. Par exemple, si dans un jeu les objets à ramasser peuvent être posés et empilés les uns sur les autres, cela laisse au joueur la possibilité de créer des escaliers en superposant diverses choses qui n'ont pas été prévues pour cet usage. Un escalier peut être particulièrement utile pour prendre quelques raccourcis et ignorer les dédales aménagés par les concepteurs.

Tout au long de cette recherche, nous considérerons deux notions essentielles qui concernent l'importance du gameplay :
1 : Un bon jeu nécessite, avant toute autre chose, un bon gameplay.
Le gameplay est plus important que l'esthétique du jeu, c'est lui qui confronte le joueur à une succession de défis à résoudre de plus en plus difficiles, mais avec une aisance de manipulation qui doit toujours le satisfaire et lui apporter du plaisir.
Un exemple de jeu au gameplay apprécié par de nombreux fans mais à l'esthétique minimaliste est « Civilization » de Sid Meier (voir l'illustration 1.6). Ce jeu de stratégie possède de nombreuses suites (voir l'illustration 1.7) mais la première version connaît toujours de fervents supporters : une fois que le système de règles a été mis au point, les évolutions visuelles n'apportent pas grand chose d'original au joueur.

Illustrations 1.6 et 1.7 : « Civilization » est un jeu au gameplay riche et à l'esthétique minimaliste. A gauche, la première version du jeu. A droite, « Civilization III », qui propose surtout une évolution graphique.

Les Rogue-like, évoqués dans le chapitre 1.1, témoignent aussi de la préférence de nombreux joueurs pour le gameplay plutôt que pour l'esthétisme. Leur aspect visuel se limite à l'utilisation de caractères ASCII détournés de leur propos verbal. Un dragon est simplement représenté par l'affichage de la lettre « D ». Les concepteurs n'ont pas à se soucier de créer et d'animer un « véritable dragon », ils peuvent ainsi focaliser leur effort sur le système de règles.

2 : Les différents types de gameplay des jeux sonores ne sont actuellement pas aussi complexes que ceux des jeux visuels. C'est sans doute dû au manque de concepteur dans ce domaine.

Nous débutons notre état de l'art par une analyse des catégories des jeux visuels. Nous élargissons ensuite notre état de l'art en abordant le cas de jeux visuels accidentellement accessibles, des jeux sonores non accessibles, d'expérimentations musicales interactives et de quelques jouets sonores hors normes.

2.3 Etude d'une catégorisation des jeux visuels

Il existe de nombreuses classifications des jeux visuels. Pour une approche détaillée, voir (S. Genvo, 2003), (Rollings, 2003), (A. Le Diberder et F. Le Diberder, 1998).
Le problème posé par une classification trop précise est qu'elle risque d'enfermer les jeux visuels dans un nombre limité de styles. A terme, une classification trop stricte pourrait agir comme un carcan qui étoufferait la créativité des développeurs. Pour cette raison, nous nous basons sur la classification de Stéphane Natkin qui est simple tout en intégrant l'ensemble des styles de jeux (S. Natkin, 2006, p13). Dans le domaine particulier des jeux visuels jouables en solitaire, Stéphane Natkin distingue quatre catégories majeures selon leur type de gameplay. Les jeux puzzles, les jeux d'action, les jeux de stratégie et les jeux d'aventure (voir l'illustration 1.8). Définissons chacune de ces catégories :

2.3.1 Les jeux visuels puzzles ou de société

Les puzzles (terminologie empruntée à Rollins) sont inspirés de nos jeux de société tels le monopoly, les jeux de cartes, les jeux de dés, les échecs… L'ordinateur joue ici soit le rôle d'un joueur humain, soit d'un générateur d'évènements, en plus d'assurer le bon respect des règles et le déroulement normal des phases de jeux. Le joueur possède d'emblée toutes les règles du jeu. L'intérêt du gameplay vient d'un affrontement avec l'aléatoire (l'apparition des pièces dans « Tetris ») ou avec la combinaison des situations possibles (jeu d'échecs).

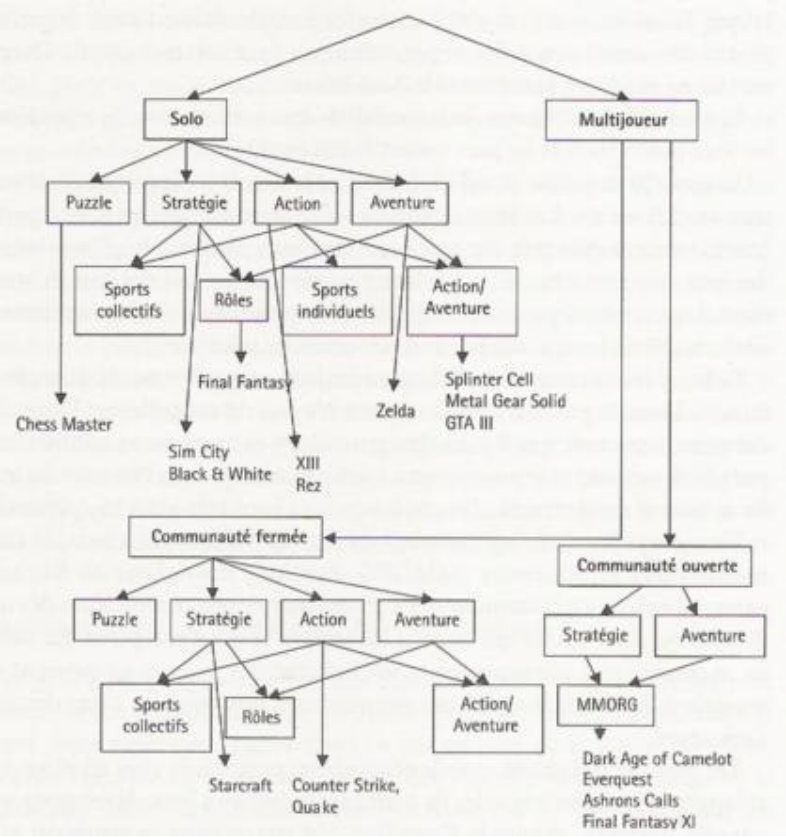


Illustration 1.8 : Classification des jeux visuels jouables en solitaire (Natkin, 2006, p13)

2.3.2 Les jeux visuels d'action

Les jeux d'action tirent leurs origines des jeux d'arcade où le joueur doit mettre des pièces de monnaie pour une partie aux règles souvent simples, d'une durée généralement de quelques minutes et d'une difficulté élevée. Le joueur doit s'adapter à un rythme d'interactions élevé et le moindre manque de synchronisation est souvent sanctionné par une perte de vie de l'avatar. Actuellement, ces jeux proposent des défis plus longs mais demandent toujours de solides réflexes. Le cœur du gameplay de ces jeux est un apprentissage de commandes et d'enchaînements de commandes sur le clavier ou la manette.

2.3.3 Les jeux visuels de stratégie

Les jeux de stratégie donnent au joueur l'impression de prendre des décisions stratégiques importantes et complexes. Le joueur a pour avatar un général, un dieu et est à la tête d'une armée ou d'une population à gérer. Les règles sont plus complexes, les possibilités très nombreuses. L'instrument essentiel d'interaction avec le jeu est une carte stratégique. Les parties sont très longues et durent rarement moins d'une heure. En général le mode de jeu en solitaire est un apprentissage pour le mode multijoueur, il peut être assez long et est basé sur

le fait que le joueur découvre progressivement des combinaisons stratégiques de moyens de plus en plus complexes. En général, au bout d'un certain nombre de parties, le joueur a découvert le cœur des mécanismes stratégiques crée par les concepteurs. Il gagne toujours contre l'ordinateur et quitte ce mode pour affronter d'autres joueurs qui ont développés des mécanismes émergents.

2.3.4 Les jeux visuels d'aventure

Les jeux d'aventures sont sans doute les jeux les plus originaux au sens ludique. Ils combinent des mécanismes de gameplay basés sur l'exploration, la résolution d'énigme et un scénario qui est une composante indispensable à l'intérêt du jeu. Là aussi l'apprentissage est un élément prépondérant du jeu : le déroulement du scénario mène le joueur à utiliser des principes de jeu de plus en plus complexes. Cette évolution contrôlée de la difficulté remplace les mécanismes de tension dramaturgique de la narration linéaire (Natkin, 2006). Dans un jeu d'aventure, cela peut se traduire par des situations où un petit barbare explore un donjon labyrinthique, pousse des caisses puis trouve la clef dans le crâne décoratif à coté de la serrure pour accéder au laboratoire d'expérimentation top secret. La rencontre avec des monstres belliqueux n'est pas une obligation au genre même si une majorité de jeux ne peut s'empêcher d'inciter des rixes virtuelles dont les principes s'inspirent directement des jeux d'action.

2.3.5 Les mélanges issus de ces quatre catégories principales

Des sous-genres existent. Les jeux, pour se diversifier et se démarquer de leurs concurrents, s'inspirent de principes d'interactivité des autres catégories. Il est difficile d'établir des frontières strictes séparant les différents styles de jeux.

Chacune de ces catégories présente des mécanismes de jeu différents. Les types de gameplay peuvent être mélangés de façon à créer des sous catégories.

On appelle par exemple jeux d' « action aventure » les jeux qui combinent ces deux types de gameplay. Les « jeux de plateformes » sont des jeux d'action aventure qui reposent sur un avatar dont le maniement requière une grande habileté. L'avatar doit sauter de places en places (ou de plates-formes en plates-formes) pour progresser. Les « Shoot them up » ou « Shmup » proposent un gameplay où l'avatar doit détruire des armées d'ennemis en leur tirant dessus et en évitant leur projectiles. Les « First Person Shooter » (FPS) offrent aux joueurs un gameplay basé sur la manipulation du joueur en vision subjective. Le principe est identique à celui des « shoot them up » mais la vision subjective apporte des situations inédites : embuscades, attaques surprises… Citons encore par exemple les « Role Playing Game » (RPG) qui combinent un gameplay de jeu d'aventure et un aspect de stratégie dans la manipulation des personnages dont les capacités varient selon les décisions du joueur. La plupart des jeux tentent de proposer un gameplay original en combinant plusieurs types de

gameplay de base. Par exemple, le « draw them all » est un mélange de jeu de dessin et de « shoot them up ». Il s'agit d'un sous genre original né avec le jeu visuel « Chalk » (voir l'illustration 1.9) : comme dans un « Shoot them up », l'avatar doit détruire ses adversaires tout en évitant leurs tirs. La méthode consiste à tracer des traits à l'aide de la souris pour relier les points faibles des ennemis ainsi que leur projectiles : le joueur doit dessiner des traits à la fois précis et rapides pour progresser dans le jeu.

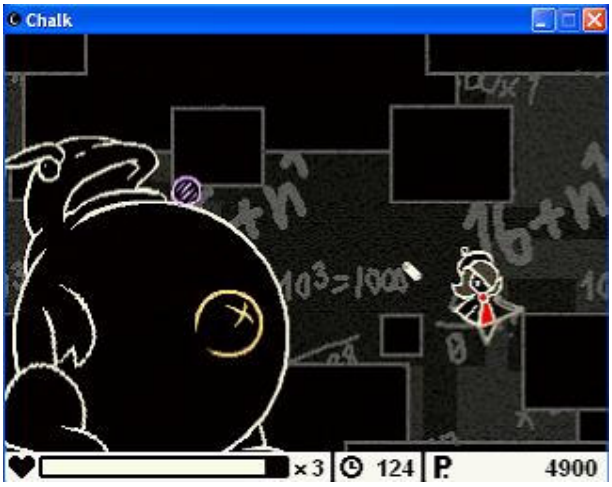


Illustration 1.9 : « Chalk », mélange de jeu de tir et de jeu de dessin, illustre le principe de combinaisons de mécanismes connus pour l'obtention d'un résultat apportant des sensations originales.

3 Etat de l'art des jeux en rapport avec le handicap visuel

Pour élaborer cet état de l'art, nous nous basons sur la classification des jeux visuels abordés dans le chapitre précédent (T. Gaudy et al., 2006, a).

Nous considérons ainsi différents types de média : les jeux sonores eux-mêmes, mais aussi certains jeux visuels, les expérimentations musicales interactives et les jeux sonores qui ne se jouent pas sur ordinateur. Nous obtenons ainsi un panorama des différentes facettes des jeux numériques sonores et / ou accessibles.

3.1 Les jeux sonores accessibles

Les jeux sonores accessibles sont au cœur de ce travail de thèse. Selon la grille de lecture offerte par la classification de Stéphane Natkin, nous les distinguons en quatre catégories distinctes : les jeux sonores de société, les jeux de gestion / simulation, les jeux d'exploration et les jeux d'action. Nous détaillons chacune de ces catégories dans les paragraphes suivants.

3.1.1 Les jeux sonores de société

Avant l'avènement des jeux numériques, les jeux de société en bois, papier et carton rendu accessibles existaient déjà depuis longtemps. Encore aujourd'hui, des ateliers de bénévoles, comme celui des « Yeux de Montérégie » au Québec à Longueuil, font d'impressionnants travaux d'adaptation de jeux de société nouveaux ou traditionnels pour les rendre accessibles (voir les illustrations 1.10, 1.11 et 1.12).

Illustration 1.10, 1.11 et 1.12 : quelques exemples de jeux de société traditionnels adaptés par l'atelier des yeux de Montérégie (Longueuil, Québec).

A l'ère de l'informatique, il existe bien des jeux numériques sonores de société : monopoly, jeux de cartes, jeux d'échec, jeux de dés ou encore des jeux de batailles navales (pour cette dernière catégorie, voir l'illustration 1.13).

Pour les jeux sonores de société, le joueur doit nécessairement passer par une phase d'apprentissage des règles, comme pour les jeux de société en papier et carton. Une mauvaise interaction est rarement sanctionnée immédiatement. Les conséquences sont plus nettes à la fin de la partie, que le joueur risque alors de perdre. La compréhension de toutes les règles doit donc être très claire dès le début de partie. Le gameplay des jeux de société est figé c'est-à-dire qu'il ne se complexifie pas progressivement en cours de partie.

Illustration 1.13 : un jeu de bataille navale accessible et gratuit, « bataille EO ».

Des jeux sonores de société comme la bataille navale peuvent être utilisés comme matériel

pour l'étude des processus cognitifs de personnes non voyantes (J. Sánchez et al., 2003).

3.1.2 Les jeux sonores de gestion / simulation

Les équivalents sonores des jeux visuels de stratégie sont plutôt des jeux de gestion / simulation. En effet, l'aspect de gestion territoriale associée aux jeux visuels est délicat à mettre en œuvre dans les jeux sonores. Quelques jeux sonores parviennent à présenter des aspects de stratégie mêlés à une gestion territoriale : un des niveaux du jeu « Tank Commander » et le jeu « Galaxy Ranger ». Ces jeux sonores aux aspects stratégiques font toutefois figures d'exceptions. En revanche, le joueur a toujours affaire à des jeux très riches en possibilités et à des parties très longues. Ces jeux sont essentiellement textuels et leur interactivité repose sur une navigation hypertextuelle, le plus souvent directement sur un site Web accessible qui est consultable via un logiciel de lecture d'écran. Par exemple, le jeu « Simcarrière » propose au joueur de gérer un cabinet d'avocats. Le but est d'amasser de l'argent et des points d'expériences afin de traiter des affaires de plus en plus complexes. Le joueur doit assigner les associés de son cabinet à diverses affaires qui se déroulent dans des tribunaux. Il doit aussi acheter des fournitures, payer les locaux, les secrétaires et les associés pour augmenter l'efficacité du cabinet. Chaque associé peut être joué par un joueur différent qui doit alors analyser des témoignages avant de proposer une plaidoirie qui détermine l'issue du procès en cours. Ce jeu est jouable sur Internet et repose sur une interface textuelle.

Ces deux premières catégories, les jeux de société et les jeux de gestion / simulation, ont un important besoin de recourir à des descriptions précises, en recourant à une grande quantité d'informations langagières. Celles-ci peuvent ensuite être retranscrites au joueur de façon sonore via un système de synthèse vocale ou un afficheur braille.

Quelques jeux sonores récents comme « Sound RTS », du « Sound MUD Project », nous montrent d'intéressantes avancées dans le domaine de l'adaptation de ce type de jeu pour les personnes déficientes visuelles. L'objectif de ce jeu est de fournir un équivalent accessible du jeu de stratégie « Warcraft III ». Comme dans le cas d'un jeu visuel de stratégie, il est possible de diriger plusieurs unités en groupe ou isolément, sur une carte. Il est possible de construire des bâtiments, de les réparer s'ils subissent des dégâts ennemis, d'engager des combats et de sonner la retraite si une confrontation tourne mal. Des commandes sont allouées au déplacement des unités tandis que d'autres servent à identifier les objets sélectionnés ou à récapituler les informations importantes du jeu. Bien que ces règles soient simplifiées, le succès de ce jeu semble indiquer que les jeux de stratégie accessibles, bien qu'encore très peu développés, sont promis à un bel avenir. Toutefois, comme ces jeux font encore figure d'exceptions, nous continuons à parler dans cette thèse de jeu de gestion simulation plutôt que de jeux de stratégie.

3.1.3 Les jeux sonores d'exploration

Il existe des jeux sonores d'aventure simplifiés que nous nommons plutôt jeux d'exploration car cette activité est la plus mise en avant. Les énigmes et le scénario de ces jeux sonores sont peu développés en comparaison de ceux des jeux standards. Les mécanismes ludiques des jeux d'exploration sont liés aux activités de découverte par un avatar d'un paysage sonore ou d'une topologie (un labyrinthe par exemple).

Un des jeux sonores parmi les plus simples et faciles à prendre en main se nomme « Super Egg Hunt ». Dans ce jeu, le joueur doit déplacer un avatar dans une sorte de jardin pour ramasser un maximum d'œufs sonores en un temps limité. En France, le jeu d'exploration le plus populaire est probablement « La malédiction ». Il propose un gameplay plus riche et complexe que « Super Egg Hunt » mais sa prise en main est aussi plus délicate. En effet, l'avatar de « Super Egg Hunt » est toujours orienté de la même façon et il ne peut se déplacer que dans quatre directions dans un environnement dénué d'obstacles ce qui limite les problèmes de désorientation. L'avatar de « La malédiction » peut être orienté dans plusieurs directions. Le joueur doit à la fois prendre en compte les distances de déplacement et les rotations de son personnage et il est donc bien plus fréquent de perdre ses repères d'orientations.

Tels que nous les définissons, les jeux sonores d'exploration disposent d'un avantage séduisant : ils laissent au joueur le temps de se familiariser avec les commandes. Il est possible, comme dans les jeux standards, de construire des espaces à explorer de complexité croissante. C'est la catégorie de jeu qui pourrait s'inspirer le plus fortement des travaux sur la locomotion des personnes aveugles et l'exploration de lieux. Au niveau le plus simple, il peut juste s'agir d'un labyrinthe dont le joueur doit trouver la sortie. Le gameplay peut se complexifier progressivement pour proposer des énigmes à résoudre.

3.1.4 Les jeux sonores d'action

Les jeux sonores d'action sont très comparables aux jeux standards de la même catégorie, avec toutefois un gameplay souvent moins riche et moins complexe. Ce sont des jeux où la notion de synchronisation est très importante : appuyer sur la bonne touche ne suffit pas, il faut appuyer au bon moment. Les mécanismes ludiques reposent sur la capacité du joueur à anticiper ou à réagir à des évènements.

La situation la plus typique consiste à entendre un signal sonore (l'attaque d'un tigre dans le jeu sonore « tarzan junior », l'approche d'un missile dans « sonic invaders ») et d'y répondre en appuyant sur la touche adéquate en un temps limité (tarzan fait prestement une prise de catch au tigre, le missile est intercepté).

Nous définissons donc les jeux d'action en fonction de leurs mécanismes de gameplay associés à la notion de synchronisation.

3.1.5 Les jeux sonores mixtes

En réalité, la plupart des jeux d'action existant font appel à des mécanismes ludiques de jeux d'exploration tout en demandant d'interagir selon un rythme particulier à la façon des jeux d'action.
Ainsi, les « shoot them up » sonores demandent bien de déplacer un avatar pour localiser géographiquement un ou plusieurs adversaires. Mais ceux-ci ne restent évidemment pas passifs et ils lancent des attaques. Le joueur doit savoir reconnaître ces attaques et y réagir immédiatement (R. J. McCrindle et D. Symons, 2000).

Il n'est pas nécessaire qu'un jeu oppose l'avatar à des adversaires pour y inclure cette mixité des mécanismes ludiques. Par exemple, dans un jeu de course tel que « Topspeed », lorsque la voiture est à l'arrêt, seul des mécanismes d'exploration sont à l'œuvre : la voiture est prête à explorer son environnement géographique. Mais dès que le véhicule se met en mouvement, pour des raisons de réalisme, il est soumis à sa propre inertie et le joueur n'a plus le plein contrôle de son activité d'exploration. La vitesse du bolide et son impossibilité à s'arrêter à volonté font que le joueur va devoir s'adapter à un certain rythme de synchronisation pour bien prendre les virages sans sortir de la piste.
Les jeux mixtes peuvent combiner les plaisirs liés à ces différents mécanismes ludiques. Malheureusement, ils en additionnent aussi les inconvénients. Les difficultés à comprendre le mode de déplacement, mêlées à des temps de réaction très courts peuvent donner lieu à des situations de « game over » répétées.

3.2 Les jeux visuels selon leur accessibilité

La pratique des jeux vidéo contribue à l'élaboration d'un réseau de relations. Par la pratique de ce loisir, le joueur va rencontrer d'autres joueurs et va pouvoir étendre son réseau social (D. Cardon et F. Granjon, 2002). Cet aspect sociabilisant des jeux explique pourquoi les jeunes aveugles aspirent à jouer à des jeux visuels non accessibles plutôt qu'à des jeux sonores accessibles existants. Un des enjeux est de pouvoir partager des expériences avec des joueurs de la communauté voyante et de mieux connaître les loisirs à la mode (P. Kearney, 2005).

3.2.1 Les jeux visuels standards accessibles par mécanismes structurels

Parallèlement aux jeux sonores, une grande partie des jeux supposés inaccessibles peut proposer aux joueurs aveugles une interactivité suffisamment ludique pour susciter l'intérêt.

Quelques jeux visuels ont leur rendu sonore tellement travaillé et des règles d'interaction suffisamment simples pour être en grande partie accessibles. C'est le cas du jeu de boxe sur Super Nintendo « Super Punch Out » où les différentes actions de l'avatar et des adversaires sont illustrées par des sons suffisamment distincts pour permettre de combattre sans qu'il soit nécessaire de regarder l'écran. De façon générale, les jeux d'action de type « combats en duel » sont plutôt accessibles, bien que l'issu du combat puisse être très hasardeuse lors des premières parties. En revanche, avec de l'entraînement, un joueur aveugle ayant apprit le rythme des enchaînements de coups peut devenir un adversaire redoutable (S. Bauer, 2005), (Kindschuh, 2006). Nous avons aussi rencontré des joueurs qui ont terminé des jeux d'action aventure très complexes comme « Zelda, a link to the past » (voir l'illustration 1.14), ou des jeux de plates-formes comme « Donkey Kong Country ». Comment de tels jeux, à priori complètement inaccessibles, parviennent-ils à être manipulés avec autant de succès ?

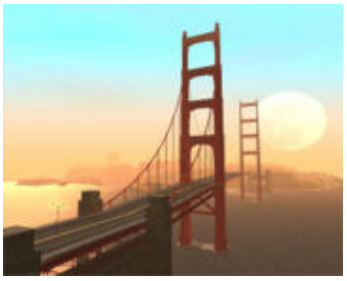
Illustration 1.14: « Zelda, a link to the past ». Quelques joueurs non voyants parviennent à en venir à bout avec un peu d'aide et beaucoup d'ingéniosité et de persévérance.

Trois types de mécanismes sont utiles à l'émergence de cette accessibilité « accidentelle » :
1 – Le maniement de l'avatar et l'environnement dans lequel il évolue doivent rester relativement simples.
2 - Des mécanismes d'exploration de l'environnement doivent permettre d'entendre les collisions entre l'avatar et son environnement.
3 - Des mécanismes doivent permettre de remonter le cours du temps d'une partie à volonté. Tous les jeux ont un mécanisme permettant de reprendre une partie à un point de sauvegarde lors d'un game over. Par contre pour de nombreux jeux ces points sont prédéterminés. Ceci peut être dû soit à des raisons techniques (à cause de l'absence d'une mémoire de sauvegarde de grande capacité), soit de gameplay (pour créer une sensation de risque lié à la perte d'une partie des acquis). Ces mécanismes de contrôle temporel sont plus généralisés sur ordinateur : par exemple, avec des émulateurs, des jeux autrefois jouables sur les anciennes consoles se voient complétés de fonctionnalités de sauvegarde et de chargement instantanés. La plus grande partie des jeux sur consoles portables comme la Nintendo DS disposent aussi de ce type de mécanisme, lié au fait que ces jeux peuvent être joués dans des situations amenant à interrompre la partie à tout moment (transport en commun par exemple). Ainsi, un avatar est

virtuellement immortel (si tant est qu'un avatar soit mortel avec le principe d'incarnation infini associé à quasiment tous les jeux). Il est en fait d'autant plus immortel que le joueur peut anticiper chaque difficulté en créant régulièrement un point de sauvegarde. Par la suite, avec la possibilité de charger à tout moment cette sauvegarde, il lui est possible d'essayer une infinité de stratégies pour venir à bout des différents obstacles proposés par le jeu, jusqu'à ce que l'objectif soit atteint. Telle une version maniaque de l'acteur Bill Muray dans le film « un jour sans fin », l'avatar ira se jeter sans défense dans des gouffres abyssaux et des gueules de monstres inamicaux jusqu'à ce que le joueur se soit élaboré une représentation des lieux suffisante pour trouver une issue. Des joueurs non voyants peuvent donc venir à bout de certains de ces jeux à priori inaccessibles grâce aux mécanismes de contrôle temporel. Toutefois la compréhension de certaines situations, essentiellement documentées par l'image, peut nécessiter l'aide d'un joueur voyant.

3.2.2 Les jeux visuels accessibles par détournement des buts

Il arrive aussi que des personnes aveugles jouent à des jeux visuels dans lesquels ils ne peuvent gagner ou qu'ils ne peuvent terminer. Toutefois, ces jeux visuels offrent par une accessibilité relative, un plaisir de jeu jugé satisfaisant. Par exemple, dans « GTA San Andreas », il est impossible d'achever les missions de ce jeu en se passant du visuel. « GTA » est un jeu d'aventure dans lequel le joueur incarne un gangster qui va progresser dans la pègre en acceptant les missions d'une succession de « parrains ». Il est impossible de venir à bout de « GTA » sans visuel, pourtant il offre des possibilités d'action très variées avec beaucoup de liberté car les missions se déroulent dans un espace ouvert (une ville) dans lequel le héros se déplace en véhicule ou à pied (voir les illustrations 1.15, 1.16 et 1.17). Un voyant connaît le lieu de sa prochaine mission via un GPS.



Illustrations 1.15, 1.16 et 1.17 :« GTA San Andreas ».
Des joueurs non voyants parviennent à jouer à certaines de ses activités.

Indépendamment des missions à accomplir pour progresser, « GTA San Andreas » permet de réaliser plusieurs dizaines d'activités, comme par exemple l'exploration de l'aire de jeu à l'aide de véhicules divers, la possibilité d'acheter de la nourriture, des vêtements, des maisons des casinos, de participer à une guerre des gangs, de faire des cascades impressionnantes, de

collecter des coquillages, de prendre des photos, de peindre des tags en de nombreux points de la ville à explorer, etc. Parmi toutes ces activités, certaines sont très accessibles comme celle consistant à provoquer un carnage parmi la foule de civils du jeu. Pour cela, « GTA » propose comme beaucoup d'autres jeux des « cheat codes », c'est-à-dire des manipulations secrètes donnant à l'avatar de gros avantages. Certains cheat codes de « GTA » donnent directement à l'avatar des armes puissantes (mitrailleuses, bazooka…). Des joueurs aveugles peuvent faire des recherches pour obtenir ces cheat codes, les exécutent durant la partie et se retrouvent avec le plein d'armes. Ils peuvent jouer avec une sortie audio en 5.1 et localiser ainsi facilement des personnages virtuels, des véhicules et… débuter une tuerie. Les sensations procurées sont déjà à la hauteur (voir supérieures à) de nombreux jeux sonores et justifient pour certains l'achat du jeu visuel. Les activités plus pacifiques proposées par « GTA » sont malheureusement moins accessibles.
« GTA » est un jeu d'aventure dit « jeu de toboggan », car la progression du joueur est très guidée. Cependant il se rapproche de jeux dans lesquels les joueurs choisissent entre diverses activités. De tels jeux sont qualifiés de « bac à sable » en référence à la multitude de petites activités différentes qu'il est possible d'effectuer. Ces jeux offrent des gameplay à la fois très riches et très complexes.

3.2.3 Les jeux visuels musicaux inaccessibles

Lorsque des joueurs de jeux visuels entendent parler de jeux sonores, ils se représentent le plus souvent des jeux visuels musicaux aussi appelés « Rhythm Games ». Ces jeux demandent une très bonne synchronisation de l'interaction sur un tempo donné par la musique, mais ils ne sont pas accessibles car les actions à effectuer dépendent d'informations visuelles. Le rythme de jeu peut devenir extrêmement rapide et véritablement sportif au point d'être utilisé comme outil ludique gouvernemental pour lutter contre l'obésité (R. Kim, 2006).
Les jeux de la série « Dance Dance Revolution » (DDR) sont probablement les représentants les plus populaires de cette sous catégorie de jeux d'action (voir les illustrations 1.18 et 1.19).

Les jeux visuels musicaux sont intéressants car ils proposent un certain type de rendu sonore que les jeux sonores accessibles ne parviennent pas encore à proposer : un environnement musical interactif. L'interactivité musicale est en fait très restreinte et le plus souvent, le joueur ne contrôle pas la musique : celle-ci est plutôt le « matériau de base » sur lequel les principes d'interactions visuelles vont s'appuyer.
Il existe depuis peu quelques tentatives d'adaptation de « Rhythm Games » en jeux sonores accessibles.

Illustrations 1.18 et 1.19 : à gauche, une borne d'arcade de « Dance Dance Revolution » (DDR). A droite, « Step Mania » est un clone de « DDR » gratuit et open source pour PC. Ce type de jeu fait un usage intéressant de la musique mais reste le plus souvent inaccessible.

Par exemple, le « Devint Dance Revolution », développé par des élèves du département Sciences Informatiques de l'Ecole Polytechnique Universitaire de Nice Sophia Antipolis pour la journée « Déficients Visuels et Nouvelles Technologies 2006 » (DeViNT 2006), est un projet d'adaptation de « Dance Dance Revolution ».
Un projet similaire, sobrement intitulé « DDR Audio », a été réalisé par un étudiant de l'ITIN (J. Mengin, 2007). Plus ancien, le game design d'un projet étudiant du DESS JVMI 2003 intitulé « Eoliane » (ENJMIN, 2003) prévoit aussi des phases de « rhythm game » accessibles.

3.3 Les expérimentations interactives musicales

Il existe deux types de systèmes interactifs, dont la différence est particulièrement sensible dans les domaines des systèmes sonores.

Il s'agit d'une part des instruments virtuels :
« *Par instruments virtuels, nous désignons un système qui est une boucle simple sans mémoire réagissant en temps réel aux actions d'utilisateurs. De nombreuses installations artistiques interactives utilisent le système informatique comme un instrument permettant à l'utilisateur de contrôler un phénomène naturel et physique en temps réel. Par exemple, interagissant avec les instruments classiques, l'utilisateur produit à l'aide d'un système informatique, des sons, des images, des odeurs, des sensations tactiles.... Ces effets sont crées en utilisant une interface dédiée.*» (Yan 2007).
D'autres systèmes ont une mémoire, c'est-à-dire que l'effet des interactions avec les utilisateurs dépend du passé.

D'autre part dans ce paragraphe nous ne traitons pas des jeux sonore, cités plus haut, mais des jouets numériques :

« *Un jouet numérique est un jeu (play) et un divertissement interactif numérique qui ne possède ni issue ni système de récompense. De nombreux divertissements classés dans la catégorie des jeux vidéo sont des jouets numériques*. » (Yan 2007)

Notons enfin qu'une différence importante entre un instrument, au sens musical le plus classique et un jouet musical est que le jouet est d'un usage simple et est supposé produire toujours un résultat « agréable à l'oreille ».

Un exemple récent et significatif de ce type de jouet musical est le jeu visuel « Elecktoplankton » sur la console Nintendo DS. Ce jouet conçu par le musicien Japonais Ishio Toiwa permet à un utilisateur de créer de la musique interactive et générative via des interfaces graphiques variées. Du fait de la nature de ces interfaces, ce jeu est inaccessible.
Nous pouvons considérer plusieurs catégories d'expérimentations interactives musicales :

3.3.1 Les expérimentations interactives musicales testables sur ordinateur

En tant qu'expérimentations artistiques, ces « jouets » peuvent s'affranchir de toutes les contraintes qui accompagnent habituellement les jeux standards : contraintes scénaristiques, contraintes de rentabilité, de réalisme, de rendu conventionnel. Le but est de susciter l'intérêt de l'utilisateur de façon originale.
Ces expérimentations sont pour la plupart complètement inconnues des personnes handicapées visuelles : il leur faut le plus souvent utiliser la souris pour déplacer un curseur sur une interface visuelle mais si elles en apprenaient un peu plus sur le propos de l'œuvre ainsi explorée, elles pourraient comprendre comment il convient d'interagir. Par exemple, des utilisateurs mal ou non voyants peuvent utiliser le « Spacializer » s'ils savent qu'il s'agit de manier la souris pour déplacer le curseur à la rencontre de zones sonores mouvantes (voir l'illustration 1.20).

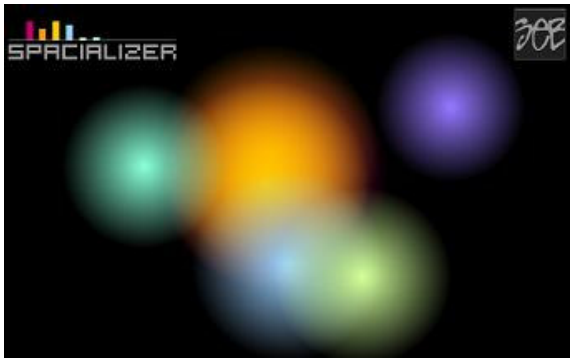


Illustration 1.20 : le « Spacializer » de Sébastien Chevrel. A chaque halo de lumière correspond une ambiance sonore. Les halos bougent de façon autonome.

Ces expérimentations sont une grande source d'inspiration pour les jeux sonores. Le gameplay est souvent à la fois simple et pauvre, mais le rendu sonore est généralement suffisamment original et surprenant pour fournir des sensations rarement éprouvées dans le cadre de jeux numériques. Leurs orientations résolument avant-gardistes montrent un potentiel ludique encore mal exploité. De nombreuses expérimentations fascinantes peuvent être consultées depuis le site du « Groupe de Recherches en Art et Technologies Interactives et/ou Numériques » www.gratin.org.

3.3.2 Les expérimentations interactives musicales évènementielles

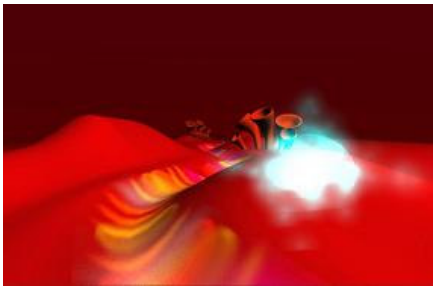
Encore plus tournées vers le futur, les expérimentations interactives musicales évènementielles reposent sur un matériel hors norme, souvent high-tech. Pour ces raisons, comme elles ne peuvent pas venir à l'utilisateur (elles ne sont ni commercialisables, ni téléchargeables), c'est à l'utilisateur de venir à elles à l'occasion d'évènements spéciaux ou d'expositions dans des musées.

Une expérimentation artistique musicale évènementielle a contribué à lancer la présente recherche. Il s'agit du projet « Phase » (X. Rodet et al, 2005), fruit d'une collaboration entre l'équipe « Analyse Synthèse » de l'Institut de Recherche et Coordination Accoustique Musique (IRCAM), le Commissariat à l'Energie Atomique (CEA), les entreprises « Haption » et « Ondim ».

Le concept de ce projet est de présenter un univers sonore interactif au public, univers qu'il est possible de voir et de toucher (voir les illustrations 1.21 et 1.22). Le joueur peut ressentir la musique au travers de tout son corps par de puissantes vibrations grâce à un système de spatialisation et de rendu sonore performant (C. Le Prado, 2001). Il peut aussi la toucher grâce aux retours d'effort du contrôleur utilisé par le jeu, un bras haptique, le « Virtuose 3D » qui permet de toucher les objets faisant références à l'univers musical du jeu. L'environnement sonore du jeu a été spécialement conçu en fonction de ces spécificités par le compositeur Roland Cahen et implémenté dans le jeu via le logiciel MAX/MSP avec l'aide de Jean Philippe Lambert et Romain Kronenberg.

Le démonstrateur de ce projet a été conçu pour pouvoir être utilisable à la fois comme un jouet et comme un jeu. Un jouet car les joueurs peuvent le manipuler pour en tirer un plaisir immédiat durant la durée de leur choix. Un jeu car le démonstrateur propose un défi sous la forme d'une course poursuite.

Ce démonstrateur expérimental a été présenté à des personnes déficientes visuelles à l'occasion d'expositions.



Illustrations 1.21 et 1.22 : le démonstrateur « PHASE », (X. Rodet et al, 2005).

Comparativement aux loisirs jouables sur un équipement standard, ces expérimentations touchent un public relativement restreint, durant un laps de temps très limité. De même, les développeurs de loisirs jouables sur ordinateurs et en quête de sensations originales peuvent s'inspirer de ces expérimentations artistiques musicales.

Pour poursuivre cet état de l'art, nous allons aborder des jeux moins expérimentaux mais qui reposent encore une fois sur des périphériques non standard.

3.4 Les jeux sonores accessibles utilisant des périphériques non standards

Le type de relation proposé par les jeux sonores reliant un monde réel à un univers virtuel est actuellement extrêmement limité et son potentiel est à peine effleuré. Des classifications (S. Natkin et C. Yan, 2005), (J. Coutaz et al., 2002) rendent compte de nombreuses possibilités encore inexploitées par ce type de loisir, en considérant des critères aussi variés que la nature de l'application, ses caractéristiques sociales, la durée de son interaction, les éléments du monde réel prit en compte, les représentations des objets dans le monde virtuel, leur type de surface où s'effectue l'interaction, le type de capteur et de transmetteur employés pour les échanges d'informations entre le monde réel et le monde virtuel…
Considérant ce type de classification, nous pouvons concevoir l'existence future d'applications ludiques sonores dont le contenu s'adapterait par exemple à la culture des joueurs, de leurs humeurs présentes ou passées et de leurs capacités physiques, en prenant en compte des données environnementales et tout cela sans aborder encore les questions relatives au gameplay.

Les jeux s'éloignant le plus de l'ensemble relativement homogène des jeux sonores actuels s'illustrent surtout par le type de périphérique qu'ils utilisent. Nous en dressons une liste non exhaustive en abordant d'abord les périphériques de sortie audio.

3.4.1 Les systèmes de rendu sonore inhabituels

Le son monophonique (aussi appelé monaural ou mono) qui n'utilise qu'un seul canal.
Si le son mono contraint fortement la mise au point du gameplay des jeux sonores, il offre en contrepartie l'avantage de rendre accessibles, pour les personnes sourdes d'une oreille, les jeux qui en bénéficient.
Ce sont essentiellement les jeux sonores de société qui ont recours à un son mono, la description de l'évolution de la partie dépendant plus d'informations langagières que de techniques de spatialisation de différents objets sonores autour de l'auditeur.

Le son spatialisé sur plus de deux sorties audio englobe de nombreuses configurations non standards. Il existe de nombreuses configurations matérielles pour obtenir un son spatialisé bien plus impressionnant que ceux proposés par les configurations stéréo. L'une des configurations de spatialisation du son parmi les plus utilisées par certains jeux sonores sont les systèmes de reproduction phonique à six canaux aussi appelés système 5.1. De telles configurations matérielles immergent plus puissamment le joueur dans l'environnement sonore du jeu (Gonot, 2007).

Le système binaural permet de simuler un son spatialisé autour de l'auditeur sur une configuration stéréo. Idéalement, le système binaural devrait être calibré spécifiquement pour chacun de ses auditeurs de façon à obtenir un rendu optimal. Bien que peu utilisé dans le cadre des jeux numériques, ce système offre pourtant des perspectives d'évolution intéressantes pour la qualité sonores des jeux.

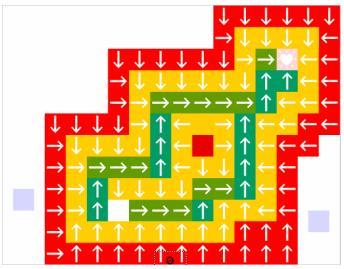
3.4.2 Les systèmes de contrôle encore peu utilisés

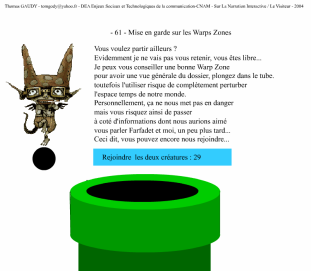
La manette de jeu, joystick ou joypad : les jeux sonores qui proposent une compatibilité au joypad sont de plus en plus nombreux mais une compatibilité avec le clavier doit toujours rester possible.

Le joypad vibrant : les vibrations peuvent apporter une source d'information complémentaire très appréciable. C'est un type de périphérique standard sur de nombreuses consoles de salon mais pas pour les configurations de jeu basées sur un ordinateur. Ainsi, le jeu sonore « In the pit » accessible et jouable sur PC, nécessite absolument une manette vibrante « X-Box 360 ». En conséquence, seul un nombre très réduit de joueurs ont pu l'essayer.

La Souris : ce périphérique peut apparaître comme un standard pour tous les utilisateurs voyant d'un ordinateur. A priori, la souris peut sembler inadaptée pour les personnes aveugles car ses principes d'utilisation reposent sur la consultation de l'écran. Néanmoins, des jeux

sonores comme « Judgment day », « Audioquake » ou « Underwater » proposent au joueur d'utiliser la souris afin de lui présenter un gameplay différent.
Avant le démarrage de cette thèse, nous avons développé deux maquettes de jeux sonores expérimentaux basés sur l'usage de la souris (T. Gaudy, 2004, a), (T. Gaudy, 2004, b) (voir les illustrations 1.23 et 1.24). Le temps a malheureusement manqué pour ajuster plus finement leur gameplay et leur accessibilité. Ces différents jeux montrent cependant la faisabilité de jeux sonores basés sur l'utilisation de la souris.



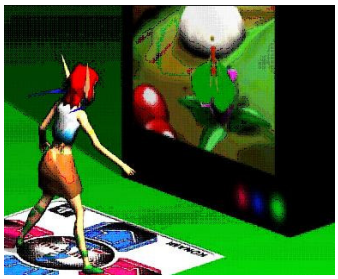
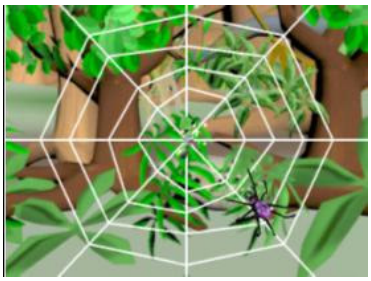


Illustrations 1.23 et 1.24 : « Le visiteur sur la narration interactive » et « avant dernière Phase » sont des dossiers interactifs présentant des aspects de jeu accessibles jouables à la souris.

Le VT Player : il s'agit d'une souris équipée de cellules brailles. Elle donne à son utilisateur une retranscription du visuel présent sur une petite surface de l'écran autour du curseur. La zone visuelle de l'écran est traduite en image noir et blanc. Les pixels noir de l'écran soulèvent les cellules brailles du VT Player. Il est ainsi possible de sentir tactilement des contrastes de couleurs dans les environs proches du curseur. La zone explorable est réduite : l'index et le majeur se pose chacun sur deux cellules brailles de quatre fois quatre picots chacun, ce qui correspond à autant de pixels à l'écran. Le VT player offre donc une visibilité de huit sur quatre pixels, soit trente-deux pixels. L'accessibilité des informations visuelles contenues sur l'écran reste encore très relative. Quelques jeux l'accompagnent.

Les périphériques haptiques: l'haptique peut fournir une aide à la navigation sur Internet pour les personnes déficientes visuelles (P. Roth et al., 2000). Il peut être aussi utilisé dans des jeux audio accessibles comme « PHASE » décrit dans le chapitre 3.3.2 de cette première partie de thèse, ou le jeu « Haptic Battle Pong » où les joueurs peuvent faire une partie de ping pong numérique avec deux périphériques haptiques.

Le tapis de dance ou « dance pad » :
Ce périphérique, utilisé dans de nombreux « Rhythm Games » permet de faire de l'exercice en s'amusant. Nous avons travaillé avant cette thèse sur l'ergonomie d'un projet de jeu jouable au dance pad devant être accessible aux personnes aveugles : « Eoliane » (ENJMIN, 2003) (voir les illustrations 1.25, 1.26 et 1.27).

Illustrations 1.25, 1.26 et 1.27 : « Eoliane » est un projet de l'Enjmin qui propose d'alterner des phases d'action et des phases de « Rhythm game » musicales accessibles.

Des jeux accessibles peuvent être spécialement conçus pour être embarqués et joués à l'extérieur, en intégrant l'environnement réel comme une véritable composante de l'environnement de jeu. A ce titre, « Démor » (projet final d'étudiants de l'école d'Art de Utrecht, EMMA, de la faculté des arts, média et Technologie de Hilversum, Pays bas pour l'institut Bartiméus) est un jeu de tir numérique se jouant en extérieur. D'autres projets partagent la même approche de l'inclusion de l'environnement réel dans l'environnement virtuel. « Sonic City » par exemple est plus inspiré par les possibilités de composition musicales que par la création de gameplay (R. Maze et M. Jacobs, 2005), (L. Gaye et al., 2003). Avec cette dernière expérimentation, l'environnement d'un piéton peut servir à la création d'une musique qu'il écoute en se promenant.

Les capteurs d'ondes cérébrales : Hands-Free Computer Solution propose un système de capteur et de reconnaissance d'ondes cérébrales nommée « Cyberlink-Brainfingers » qui peut servir à de nombreuses applications informatiques ainsi que pour des jeux.

Il n'est pas possible de citer de façon exhaustive tous les autres périphériques inhabituels utilisés : « souris à retour d'effort », « eyeball traker », « webcam », « balance », « volant », « pointeur », « micro » … la liste pourrait être encore longue. Nous terminons ce paragraphe sur une question :
Si des jeux nécessitent obligatoirement l'usage d'un périphérique inhabituel, est ce que les joueurs sont prêts à acheter ce matériel en plus du coût du jeu ? Si beaucoup de jeux reposent sur l'emploi de ces périphériques ou si les sensations procurées par ces périphériques dépassent de loin celles apportées par un matériel standard, alors l'achat peut paraître justifié. Le succès de la console WII et de son interface, la wiimote et le nunchuck, est de ce point de vue significatif. Parfois l'utilisation d'un périphérique dédié est un gadget qui n'est pas réellement justifié du strict point de vue du gameplay. Les jeux sonores peuvent s'inspirer de nouvelles technologies apportant des périphériques de contrôle novateurs, mais ils doivent surtout garantir un emploi pratique et confortable à ses utilisateurs.

3.4.3 Les jeux sonores électroniques jouables sans ordinateur

Ces jeux offrent des conditions d'utilisation différentes de toutes celles vues précédemment : lorsque le joueur acquiert ces jeux, il a à la fois le logiciel et le matériel pour y jouer. En voici quelques exemples :

Le « Simon » : ce jeu autrefois très populaire comporte quatre gros boutons et chacun d'eux est associé à un son différent (voir l'illustration 1.28). Le joueur entend une séquence musicale composé de ces quatre sons qu'il doit retranscrire en appuyant sur les touches correspondantes. En cas de succès, la mélodie est répétée et augmenté d'un son supplémentaire. C'est un jeu qui fait appel aux capacités de mémorisation du joueur.

Sur un principe analogue, le jeu « Bop It » donne au joueur différentes instructions verbales et le joueur doit y répondre rapidement en effectuant l'interaction appropriée. Des versions plus complexes du jeu original ont été crées depuis (« Bop It Extreme », « Bop It Extreme 2 ») (voir l'illustration 1.29). Plus proche du jouet que du jeu, « Block Jam » propose d'assembler des blocs musicaux (H. N. Dunn, 2003).

Illustrations 1.28 et 1.29 : Le « Simon » et « Bop-It Extrême 2 »

4 Les problèmes généraux des jeux audio actuels

4.1 Une prise en main difficile et un plaisir non immédiat

P. Sweetser et P. Wyeth (P. Sweetser and P. Wyeth, 2005) résument certaines caractéristiques essentielles pour tous bons jeux numériques :

« Les joueurs devraient apprendre à jouer aux jeux selon des tutoriaux aussi intéressants que captivants (M. Federoff, 2002) qui les impliquent rapidement et facilement (H. Desurvire et al., 2004). Les joueurs doivent avoir assez d'informations pour commencer à jouer une fois le jeu démarré (Desurvire et al. 2004). Ils ne doivent pas avoir besoin de lire un manuel et ne devraient même pas être supposés devoir en lire un (H. Desurvire et al., 2004), (M. Federoff, 2002) et (J.P. Gee, 2004). De longues explications peuvent ennuyer le joueur (R. Pagulayan et al., 2003). Les manuels d'instructions ne devraient pas être longs, complexes ni trop s'étendre sur le scénario car ils risqueraient de noyer les informations sur ce qui peut être

fait et comment (S. Cornett, 2004). »

Ces « tutoriaux » évoqués par P. Sweester et P. Wyeth permettent aux joueurs d'apprendre les règles directement en jouant. Il n'est pas nécessaire de lire au préalable un manuel. Ce principe est largement appliqué dans la quasi-totalité des jeux standards actuels. L'importance de la notion d'apprentissage que nous avons souligné dans la classification des jeux montre le rôle crucial des tutoriaux. Les joueurs ne font plus l'effort d'apprendre un jeu si celui-ci ne fournit pas ce type d'aide à l'apprentissage. En ce sens, les jeux visuels constituent des systèmes d'auto apprentissage. En 2008, les jeux sonores ne présentent pas encore de tels systèmes qui soient efficaces.

Quelles touches utiliser ? Quelles actions permettent-elles ? Ce sont des questions typiques que les joueurs se posent lors d'un premier contact avec un nouveau jeu sonore. L'absence d'image dans la plupart des jeux sonores rend la compréhension de l'univers de jeu très délicate. En un regard, un joueur voyant essayant un nouveau jeu visuel sait où est son avatar dans l'environnement et il peut en déduire les principales actions réalisables dans le jeu. La mise en place d'un système d'auto apprentissage s'en trouve facilitée.

La majorité des jeux sonores actuels n'utilisent pas de système d'auto apprentissage et expliquent leurs règles à l'aide d'un manuel. La première tentation est souvent de commencer à jouer sans le lire. Les joueurs découvrent ainsi les jeux sonores sans réussir à correctement les prendre en main.

Cela conduit le plus souvent soit à une errance de l'avatar dans un environnement mal défini, soit à la survenue de « game over » incompréhensibles.
Le joueur doit être particulièrement motivé pour réussir à passer outre toute une série d'échecs qu'il subit, au départ impuissant, avant de réussir peut être à comprendre comment surmonter le premier obstacle.

Rencontré dans deux jeux (« Monkey Business » et « Super Liam »), l'exemple de situation suivant illustre le type de difficulté qu'un joueur peut rencontrer : l'avatar est debout au bord d'un précipice. Dans cette situation, le joueur provoque la première mort de son avatar en le faisant avancer jusqu'à ce qu'il tombe. Le joueur apprend à cette occasion à reconnaître le bruitage (par exemple, un éboulement de cailloux) qui signale le danger lié au risque de chute. Un second avatar tout neuf revient au bord du précipice. Le joueur, rusé, utilise la fonction « sauter ». Il entend son personnage bondir puis atterrir sur la terre ferme. Le joueur pense que le précipice est franchi. Il fait avancer son avatar qui chute à nouveau : ce dernier a sauté sur place sans franchir aucun gouffre.

Le joueur comprend lors de la deuxième chute que le personnage ne s'est pas déplacé durant le saut. Lors d'un troisième essai, il pense à maintenir enfoncée la touche associée à la fonctionnalité « avancer » lors du prochain saut. En vain, cela provoque une quatrième chute. A ce stade, beaucoup de joueurs pensent que le précipice n'est pas fait pour être sauté et ils cherchent une autre sortie, inexistante, ailleurs. Cette situation débouche sur des abandons de la part des joueurs. Les plus persévérants comprennent alors que ce type de précipice doit bien être sauté. Pour cela, la touche « avancer » ne doit pas être maintenue enfoncée. Si cette technique de manipulation de l'avatar convient pour la plupart des avatars de jeux standards qui doivent sauter des gouffres, ce n'est pas le cas pour ces jeux sonores : le joueur doit presser la touche qui permet d'avancer plusieurs fois lors du saut. Cela aboutit d'ailleurs sur une nouvelle mort de l'avatar qui s'écrase encore dans le précipice parce que la cadence d'appui sur la touche « avancer » n'a pas été assez rapide.
Pour éviter de rester bloqué prématurément dans un jeu à cause de ce type de problème, il existe des listes de discussions spécialisées où les joueurs s'entraident en posant ou en répondant à des questions sur certains aspects mal compris du gameplay. Ces lieux d'échanges sont abordés en annexe à l'occasion d'un inventaire des jeux sonores.

Le succès des meilleurs jeux contribue aussi à la création de tutoriaux enregistrés pour faciliter le processus d'apprentissage. Ces tutoriaux ne constituent cependant pas des systèmes d'auto apprentissage car leur écoute se fait en dehors de l'activité de jeu. Beaucoup d'enregistrements peuvent être trouvés dans la section audio du site web « Asmodean » de Liam Erven. Tous ces efforts effectués par la communauté de joueurs illustrent l'engouement et la motivation des personnes mal ou non voyantes à se divertir sur des jeux sonores. Cependant, ils sont aussi symptomatiques de la difficulté de prise en main pour un grand nombre de ces jeux. La situation est différente en ce qui concerne les jeux standards: ceux qui posent des problèmes de prise en main sont vite abandonnés au profit de jeux concurrents. Le choix ne manque pas. Le nombre de jeux sonores présents sur le marché étant autrement plus réduit, il semble que les joueurs mal voyants soient contraints de s'adapter aux difficultés posées par les jeux accessibles.

Nous posons donc la problématique suivante autour de laquelle va s'articuler le restant de notre recherche :

Est-il possible d'inclure un système d'auto apprentissage permettant un démarrage rapide de la partie dans un jeu sonore accessible pour les personnes non voyantes ?

En poursuivant notre analyse de l'état de l'art, nous détaillons dans les chapitres suivants

différents facteurs qu'il nous semble important de prendre en compte pour concevoir un système d'auto apprentissage convenant aux jeux sonores accessibles.

4.2 Le langage

Les instructions langagières ont un rôle bien plus important dans les jeux sonores que dans les jeux standards. Le visuel a souvent l'avantage de proposer des indications suffisamment explicites.

Il existe actuellement deux moyens différents qui permettent d'apprendre le gameplay d'un jeu sonore :

1 : L'emploi d'un manuel, qui est aussi la façon d'aider le joueur la moins agréable tant elle s'éloigne de l'activité de jeu elle-même. Un jeu dont l'usage nécessite l'assimilation préalable du manuel est en pratique injouable. Même dans le cadre des jeux de plateau classiques (échecs, go, monopoly…) qui nécessitent la compréhension de règles formelles, l'apprentissage est dans la pratique réalisé en expérimentant règles et possibilités.

Enfin, comme nous l'avons souligné la progression dans l'apprentissage des règles par la pratique, le sentiment de dépassement lié à la compréhension du jeu, est un élément clef du plaisir ludique en général et vidéo ludique en particulier.

2 : L'écoute de consignes orales données directement au cours du jeu.

Il s'agit du pendant d'une pratique courante des jeux standards : Il existe souvent des personnages ou des éléments du jeu qui sont placés chargés, en des lieux et des instants déterminés, de donner au joueur des instructions importantes. Mais dans un contexte purement sonore, l'intrusion d'une voix off doit être savamment dosée et scénarisée pour ne pas nuire au rythme de l'interactivité. Les instructions doivent être données en fonction d'une analyse complexe des actions du joueur (est il réellement en difficulté ?). La nature des voix à utiliser doit s'intégrer au contexte narratif ou ludique. Les répétitions de consignes, souvent rébarbatives dans un contexte audiovisuel peuvent devenir insupportables dans un cadre purement auditif.

D'autre part, un jeu standard ne s'interrompt pas quand le joueur lit ou entend une consigne présentée comme une augmentation du contexte. Ce n'est en général pas le cas des jeux audio. Plus le jeu présente d'instruction, moins il est interactif. En effet il est très difficile de mixer de façon pratiquement utilisable les instructions langagières avec les retours audio du jeu en action. Il y a là une autre différence importante qui distingue les jeux sonores des jeux standards :

Pendant qu'un jeu sonore tente d'expliquer avec des instructions verbales les règles, le joueur ne joue pas.

Par ailleurs, la plupart des jeux sonores existants sont anglophones. La plus grande partie des jeux vidéo standards sont distribués dans différents pays et intègrent donc un coût de localisation. Ce coût reste pour l'instant un frein à l'internationalisation des jeux sonores accessibles.

Nous pensons par conséquent que pour une meilleure efficacité pour un plus grand nombre d'utilisateurs, les systèmes d'auto apprentissage de jeux sonores accessibles devraient être non langagiers.

4.3 L'absence de musicalité

Nous avons vu que la première qualité d'un jeu est son gameplay. Si nous devions en considérer une seconde, ce serait l'esthétique des jeux. L'investissement « esthétique » dans les jeux vidéo standards porte essentiellement sur le visuel et celle des jeux sonores, en toute logique, se base sur le son.

Ce qui est plus surprenant, c'est que l'esthétique sonore des jeux standards est aussi supérieure à celle des jeux sonores. Pour des raisons essentiellement techniques (C. Le Prado 2006), le son des jeux jusqu'à l'apparition des supports CD était essentiellement basé sur une musique de synthèse composée de boucles courtes, d'un retour sonore et d'un bruitage utilisant la même texture. Avec l'apparition de la console PS1 et des jeux sur PC, le Sound Design, c'est-à-dire le choix et la structuration des éléments sonores composants la musique, l'interface, le bruitage et, plus récemment les voix enregistrées a complètement changé. La nouvelle génération de jeux standards intègre un conception musicale et sonore qui s'adapte et accentue en temps réel la dramaturgie du jeu.

Les jeux sonores et leurs conditions de développement encore relativement artisanales n'offrent pas la même richesse et la plupart des jeux actuels voguent entre deux types d'écueils : la très courte musique de fond sensée soutenir l'interaction, que le joueur va entendre en boucle ou la juxtaposition de bruitages servant à illustrer le plus explicitement possible une succession d'évènements.

Nous avons vu dans l'état de l'art qu'il existe des catégories de médias qui proposent une approche musicale de l'esthétique sonore. Ce sont les Rhythm Games et les expérimentations interactives musicales artistiques. Actuellement, nous ne pouvons pas vraiment parler d'esthétique audio des jeux sonores. Ce point est particulièrement étonnant.

Le média qui devrait le mieux tirer parti des sons et de leur façon de communiquer du plaisir ne sait pas encore comment proposer un environnement mélodique interactif.

Cette recherche de plus de musicalité rejoint celle plaidant pour moins de langage.

Nous pensons qu'un système d'auto apprentissage de jeu sonore accessible non langagier serait plus efficace s'il reposait sur une recherche d'esthétique sonore et musicale. Plus précisément, nous considérons qu'il doit être possible de concevoir des systèmes d'auto apprentissage destinés à des jeux sonores accessibles reposant sur une forme de communication musicale et non explicite.

4.4 Les risques de perte de capacité auditive

Les jeux sonores ne sont pas assez anciens pour que nous puissions apprécier leurs effets sur l'audition, cependant deux risques doivent être considérés.

Il est courant d'observer des joueurs de jeux vidéo standards qui « coupent » le son, ou tout au moins la musique, de leurs jeux : une longue partie mobilisant une forte attention, ceci permet de limiter au moins la fatigue auditive. Cette possibilité n'existe pas pour les jeux sonores, entraînant pour les joueurs engagés dans de longues parties un risque de fatigue auditive. Ce problème qui se retrouve dans de nombreux systèmes de surveillance ayant une interface sonore, peut être partiellement traité par une conception sonore adaptée.

D'autre part l'exposition prolongée à un environnement sonore de forte intensité, en particulier dans le cadre de l'usage des lecteurs musicaux au casque, introduit un risque de perte de capacité auditive. Selon le ministère de la santé, le seuil de la douleur auditive est de cent vingt décibels et le seuil de danger est évalué à quatre-vingt-cinq décibels : il convient d'apporter un comportement préventif. Selon le ministère, si le niveau sonore est inférieur à quatre-vingt-cinq décibels, il n'est pas nécessaire de surveiller le volume d'écoute. Toutefois, le même rapport du ministère conseil de ne pas écouter de musique au casque « à volume moyen » plus d'une heure consécutive sans faire de pause (Ministère de la santé, de la jeunesse, des sports et de la vie associative, 2007). Les nouvelles normes européennes réévalue le seuil de danger à quatre-vingt décibels (Olivier, 2007).

Un joueur porté par le jeu peut faire durer plusieurs heures consécutives une partie. De plus, dans un jeu sonore, un son de faible intensité, peut avoir une importance pour le gameplay. Le joueur peut être ainsi amené à augmenter le volume global pour mieux percevoir certains détails. Il en résulte donc un risque potentiel de perte de capacité auditive, particulièrement grave pour un malvoyant.

4.5 La rareté des jeux sonores multi joueurs

Des recherches soulignent l'intérêt que présentent les jeux et les applications de réalité virtuelle par exemple pour donner à certains types de joueurs ou d'utilisateurs (selon le type d'application considérée) des expériences sensorielles qu'ils ne peuvent vivre dans leur environnement réel. Toutefois, ces recherches mettent en garde aussi contre les risques d'isolement ou de dégradation des communications sociales qui peuvent toucher les joueurs

les plus fragiles (A. Gaggioli et al., 2003).
Les concepteurs de jeux numériques peuvent avoir une influence importante sur l'évolution de la vie sociale des joueurs. Cet aspect des jeux est d'autant plus important qu'il est souhaité par les joueurs eux même : l'émergence de plus de jeux sonores accessibles multijoueurs est l'une des évolutions les plus attendues (M. Feir, 2006).

La prise en compte de cet aspect social n'est pas simple. Des problèmes à la fois techniques et perceptifs complexifient le développement de jeux multi-joueurs sur un même ordinateur. La perception de l'environnement sonore se faisant alors par le même canal (la sortie analogique stéréo), se pose le problème du partage d'un même environnement sonore interactif. La plupart des jeux sonores représentent l'environnement sonore du point d'écoute de l'avatar du joueur. Prenons l'exemple classique d'un shoot them up audio : notre joueur doit percevoir si ses adversaires sont sur la droite ou la gauche de son avatar. S'ils sont en face de lui, il faut alors tirer. Ce principe de jeu n'est pas facilement applicable pour une partie à plusieurs joueurs en simultané, sauf si ils disposent de sorties audio distinctes, ce qui devient pratiquement possible lorsque l'ordinateur possède une sortie multicanal (5.1 par exemple).
A l'instar des jeux vidéo standards, le partage du clavier est aussi une source de gêne au développement de jeux multi-joueurs. La solution évidente consiste alors à recourir à des joypads. Avec un joypad par joueur, les possibilités de jeux multijoueurs sur un même poste peuvent être grandement enrichies, mais il existe peu de jeux sonores qui utilisent simplement et efficacement cette possibilité.
Une autre solution technique à ces deux problèmes serait de concevoir des jeux sonores qui se jouent en multijoueurs sur plusieurs ordinateurs ou consoles reliés par un réseau. Dans ce cas chaque joueur a son interface propre. Il existe donc diverses solutions techniques, il reste à développer les jeux sonores qui exploitent ces solutions.

Les jeux sonores les plus conviviaux actuellement sont les jeux de société. De la même manière que leurs homologues non numériques, ils permettent à plusieurs joueurs de se retrouver autour du même ordinateur ou sur plusieurs ordinateurs grâce à Internet pour partager la même expérience vidéoludique. Le studio de développement « All in play » repose sur cette approche : il propose des jeux de cartes qui s'adressent à la fois aux joueurs déficients visuels et aux joueurs voyants. Le partage d'une machine est facilité par le fait que ces jeux se jouent en général à tour de rôle (au tour par tour).

A l'heure actuelle, nous ne connaissons pas de jeux sonores d'action ou d'exploration jouables à plusieurs simultanément sur un même ordinateur.

4.6 La prise en compte des attentes du public voyant

Nous pensons que les jeux sonores accessibles connaîtront un essor plus rapide dès lors qu'ils sauront intéresser le public de joueurs voyants. L'industrie du jeu vidéo, toujours en recherche de nouveautés pour satisfaire un public de plus en plus large, pourrait alors commencer à s'intéresser sérieusement aux jeux sonores accessibles.

Les joueurs voyants sont habitués aux systèmes d'auto apprentissage dans les jeux visuels. L'inclusion d'un système d'auto apprentissage dans des jeux sonores accessibles devrait aider à susciter l'intérêt du public voyant mais ce ne sera pas suffisant. Les joueurs voyants ont l'habitude d'utiliser leur vision. Il faut donc compléter les jeux sonores par une interface visuelle adaptée. Quelques jeux sonores accessibles comme « Terraformers » ou « The Curb Game » proposent un visuel qui permet même de jouer sans le son. Ce type de visuel soulève cependant un problème : le défi offert par le jeu est considérablement amoindri lorsque ce dernier est joué en mode visuel plutôt que sonore. Il est donc nécessaire de complexifier ce que doit faire le joueur voyant. Nous voulons par conséquent réfléchir à la façon d'incorporer un aspect visuel dans un système d'auto apprentissage de jeu sonore accessible qui puisse susciter un plus grand intérêt de la part des joueurs voyants sans dénaturer la nature du challenge proposé.

SECONDE PARTIE :
Vers des jeux jouables sans image ni instruction explicite

Dans la première partie, avant de détailler l'état de l'art, nous avons défini la notion de gameplay comme étant la plus importante pour concevoir un bon jeu. Il existe différents mécanismes de gameplay servant à créer différents types de jeux.
Dans cette deuxième partie, nous voulons mieux comprendre les caractéristiques des bons jeux. Pour étudier les caractéristiques d'un bon gameplay, une approche consiste à distinguer la dynamique de jeu, les mécanismes qu'il utilise et l'esthétique présentée au joueur (R. Hunicke et al., 2004).

Dans les faits, une telle distinction n'est pas simple : l'esthétique, la dynamique et la validité des mécanismes utilisés sont intimement liés. Si l'on modifie l'un de ces facteurs, les autres changent aussi. Considérons par exemple, les versions des jeux de la série « Metal Slug » : c'est un jeu de tir, sorti en 1996 et inspiré de la série des films Rambo. Il est difficile et nécessite une bonne dextérité pour ne pas être tué trop vite ou trop souvent. Le joueur possède un capital de vie initial qui, une fois consommé conduit à un échec (Game Over). Dans la version initiale, présentée en salle d'arcade, le joueur peut alors payer une nouvelle partie et renouveler ce capital en continuant au même point du jeu. Les versions sur console de salon ne diffèrent que sur un point : il n'est pas nécessaire de payer pour acheter de nouvelles vies ! Une pression sur le bouton « start » équivaut à insérer les pièces dans le monnayeur des versions présentées en salles d'arcade. Le défi (très difficile) offert par le jeu devient une promenade de santé pour avatar clonable à l'infini. Le gameplay lui-même n'est plus le même car les mécanismes ludiques n'ont plus les mêmes conséquences sur le déroulement de la partie. Le plaisir de jeu devient totalement différent. Il reste très bon, il est certainement plus accessible pour un public plus occasionnel mais son intérêt dans le temps est considérablement amoindri.
Cette analyse montre que pour améliorer le gameplay d'un « Metal Slug » sur une console pour retrouver le plaisir apporté par les salles d'arcade, il n'est pas nécessaire de modifier l'esthétique ou la dynamique du gameplay. Le remplacement d'un mécanisme de jeu peut suffire.

Le détail des mécanismes ludiques des jeux sonores considérés dans cette thèse figure en annexe. Nous y distinguons d'une part les mécanismes d'exploration qui laissent au joueur le temps d'interagir à son rythme et d'autre part les mécanismes de synchronisation qui demandent d'effectuer les bonnes actions aux bons moments.

Les mécanismes d'exploration peuvent être très divers. De façon générale, les mécanismes issus des jeux visuels en trois dimensions, où le joueur perçoit l'univers de jeu du point de vue de son avatar, sont difficiles à maîtriser. Ces mécanismes de jeu bénéficient cependant de techniques de guidages sonores de plus en plus poussées qui aident le joueur à se repérer dans

l'espace, (A. Gonot et al., 2006, a), (A. Gonot et al., 2006, b), (A. Gonot et al., 2006, c).

D'autres jeux sonores empruntent les anciens mécanismes de jeux visuels en deux dimensions. Nous nous intéressons en particulier aux possibilités offertes par le mécanisme de déplacement « absolu » de l'avatar dans un espace plan : la pression d'une touche fléchée permet de déplacer l'avatar dans la direction indiquée par la flèche. L'avatar se déplace ainsi sur une grille orthogonale. Les objets peuvent être facilement localisés à droite ou à gauche de l'avatar grâce au bon usage de la stéréo. Les objets situés sur des rangs de la grille au dessus ou en dessous du rang où se trouve l'avatar peuvent être identifiés selon des modifications de la hauteur de leur rendu sonore. Ce mécanisme est utilisé par le jeu sonore « Super Egg Hunt ». Dans ce jeu, l'avatar doit collecter des œufs sonores. Si un œuf est présent sur une ligne de la grille située au dessus de celle où se trouve l'avatar, le bruit qu'il produit est aigu. Si au contraire l'œuf est situé sur une ligne en dessous, son rendu sonore est grave.
La validité de ce mécanisme tend à être confirmée par les travaux de Mansur, Blattner et Joy, cités par Brewster (Brewster, 2002), qui mettent en évidence un effet intéressant : des auditeurs ont tendance à percevoir un son aigu comme provenant d'un point situé en haut sur un plan vertical tandis qu'un son plus grave est situé en bas (D. L. Mansur et al., 1985).

Nous résumons cette analyse en considérant que les mécanismes ludiques complexes peuvent poser des problèmes de prise en main s'ils sont présentés trop tôt dans la partie.

Il est utile de proposer un maniement de l'avatar selon des mécanismes simples choisis parmi les plus faciles à maîtriser.

Nous savons comment aborder la question des mécanismes ludiques à utiliser mais avant de développer des jeux qui nous permettront de répondre aux problématiques soulevées à la fin de l'état de l'art, il nous faut encore comprendre comment régler la dynamique et l'esthétique des jeux sonores.
Par conséquent, nous séparerons notre réflexion théorique en deux chapitres :

Nous débutons par l'étude des sensations procurées aux joueurs.
L'objectif de ce chapitre est d'identifier les facteurs permettant de créer une sensation de plaisir et de savoir comment les manipuler d'abord dans le cadre de jeux vidéo puis dans le cadre plus particulier des jeux sonores.

Nous abordons ensuite les aspects esthétiques des jeux.
Puisque nous ne pouvons pas recourir au visuel pour transmettre des informations et puisque l'utilisation d'informations explicites tel que le langage soulève des problèmes que nous

avons soulevé à la fin de la première partie, nous voulons savoir dans ce chapitre quels outils conceptuels nous permettent de communiquer avec le joueur.

Nous pourrons alors appliquer les résultats de cette analyse dans la troisième partie de cette thèse.

1 Définition du plaisir et considération de ses principes d'obtention

Le plaisir est l'état psychologique apporté par les bons jeux. C'est une sensation à la fois simple et complexe à aborder. Nous considérons le plaisir comme un but à atteindre et le jeu, l'activité qui permet de le ressentir. Dès lors, nous voulons répondre à deux questions :
Comment mieux aborder objectivement cette sensation pour mieux la contrôler?
Et comment des personnes très différentes peuvent être amenées à la ressentir ?
Dans ce chapitre, nous allons considérer des théories qui s'appliquent d'abord au domaine des jeux classiques puis aux spécificités des jeux sonores.

1.1 Les états psychologiques qu'un jeu bien conçu peut apporter

1.1.1 La sensation de présence

Nous allons aborder la notion de présence, qui peut se définir comme l'impression qu'a une personne de se trouver directement impliquée dans un univers virtuel (Riva 2003). Cette notion est très employée dans le domaine de la réalité virtuelle pour en évaluer ses qualités et est également précisée comme la perte de conscience de l'interface avec l'environnement virtuel (absence of disbelief). La sensation de présence est certainement un élément essentiel pour caractériser un « bon » jeu vidéo. Pour mesurer la sensation de présence, la méthode la plus courante est l'emploi d'un questionnaire (B.G. Witmer et M.J. Singer, 1998), (J. Lessiter et al. 2001). Mais cette méthode a des limites : elle repose sur l'évaluation subjective du joueur et ne considère pas les comportements inconscients ou incontrôlés produits par le joueur.

La notion de présence n'est pas liée à la notion d'interaction. En un certain sens un « bon » film d'aventure, vous fait oublier le fait que vous êtes dans une salle. La narration audio visuelle utilise pour cela des mécanismes liés à la représentation visuelle et spatiale et à la tension dramaturgique (Natkin 2004).
Mais ces principes ne s'appliquent pas totalement à un jeu vidéo :

« Pour comprendre cela reprenons une analyse proposée par Claude Bailblé (Bailblé 1999).

Le contrôle narratif s'appuie sur des principes qui ont été longuement analysés dans le cadre du roman, de l'écriture musicale, du cinéma. L'attention du lecteur/spectateur/auditeur est entretenue par la succession des tensions et détentes psychologiques proposées. Dans un cadre cinématographique par exemple, ceci repose sur la possibilité du contrôle total de la chronologie du récit et d'une passivité physique du spectateur augmentant sa concentration. Ceci permet une variation des tensions psychologiques très rapide associée à une stimulation de la mémoire émotionnelle. Le spectateur revit au travers du film une succession d'émotions qu'il a mémorisée et qui est stimulée par le scénario. Dans la vie réelle, lorsque nous sommes en colère il faut une période d'au moins quelques dizaines de minutes pour se calmer et passer à un autre climat émotionnel. A l'écoute d'une musique ou devant un film, nous pouvons en moins d'une heure passer par une dizaine d'états émotifs les plus variés.
Un jeu vidéo ne rentre pratiquement pas dans ce schéma psycho-perceptif puisque le joueur est un participant de la narration, au travers des décisions prises mais aussi dans l'action physique, même limitée. Même si les caractéristiques graphiques et sonores d'un univers ont une puissance d'évocation importante, l'évolution des tensions psychologiques ne suit pas le rythme d'une histoire mais celle des décisions, succès et échecs du joueur, comme dans la "vraie" vie. C'est la raison pour laquelle il est souvent très ennuyeux de regarder un joueur jouer. » (Natkin 2004)

Une étude réalisée par Jasper Juul permet d'expliciter un principe d'immersion lié au gameplay :

« A tout instant dans un jeu, un joueur s'est créé un ensemble de méthodes et de règles stratégiques qu'il a imaginé et qu'il applique (le répertoire du joueur). Un atout d'un bon jeu est la capacité à mettre constamment le joueur au défi ce qui l'amène est constamment à trouver de nouvelles stratégies à partir de celle du répertoire. Un mauvais jeu est tel que, soit le joueur est incapable d'affiner son répertoire, soit il dispose d'une stratégie dominante (gagnante à tout les coups) et de ce fait n'a pas besoin d'améliorer son répertoire. » (Juul 2004).

Autrement dit un joueur doit être constamment impliqué dans une suite de défis aux objectifs biens définis, surmontables, mais tels que chaque succès puisse être clairement perçu par le joueur comme un dépassement de soi. Une des façons d'analyser ce principe est de s'appuyer sur la notion de Flow.

1.1.2 L'état de flow

L' « état de flow » est un état d'intense concentration ressentie par le joueur lorsqu'il est profondément impliqué dans une activité. Cette sensation est une expérience suffisamment

gratifiante pour que les personnes continuent d'évoluer dans les situations qui la génère, même si celles-ci sont dangereuses ou difficiles (M. Csikszentmihalyi, 1990).

Huit caractéristiques ont été définies pour décrire les situations générant un état de flow :
1 - Il s'agit d'une tâche qui peut être accomplie.
2 – La personne à la capacité de se concentrer sur la tâche.
3 - La concentration est possible parce que la tâche présente des objectifs évidents.
4 - La concentration est possible parce que l'interaction est soutenue par des retours d'informations immédiats.
5 - Le joueur peut améliorer son sens de contrôle sur ses actions.
6 - Le joueur est profondément impliqué dans sa tâche, cela apparemment avec peu d'efforts et en lui retirant la frustration accumulée dans sa vie quotidienne.
7 - Les préoccupations personnelles disparaissent et sont remplacées un peu plus tard par une meilleure considération de soi.
8 - La perception du temps qui passe est altérée.

P. Sweetser et P. Wyeth (P. Sweetser et P. Wyeth, 2005) présentent une application très détaillée de la théorie du flow au domaine des jeux visuels, en comparant deux jeux de stratégie en temps réel, l'un étant un succès critique et commercial, l'autre pas. La théorie de l'état de flow est utilisée et affinée de façon à expliquer les points forts et les points faibles des jeux.

La théorie du flow peut servir comme principe directeur pour la constitution d'un jeu original, comme ce fut le cas avec un jeu visuel justement nommé « Flow » (C. Jenova, 2001).

L'état de flow est sans doute la meilleure caractérisation des mécanismes propres à l'interactivité menant à une sensation de présence. Dans la pratique de la conception des jeux le maintien de l'état de flow est présenté par la relation entre deux courbes (Natkin 2006), la courbe d'apprentissage qui détermine les stratégies acquises par le joueur à un instant donné et la courbe de difficulté qui définit le « niveau de difficulté des défis » à surmonter. Ces deux courbes doivent se croiser régulièrement pour maintenir l'état de Flow (voir l'illustration 2.1).

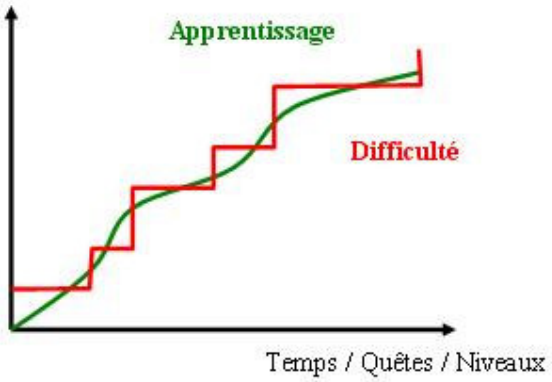


Illustration 2.1 : les courbes de difficultés et d'apprentissages doivent se croiser pour générer l'état de flow

1.1.3 L'immersion et l'abstraction

Un élément essentiel de la sensation de présence est l'absence d'élément qui distancie le joueur de la pratique du jeu, en particulier en l'obligeant à s'abstraire d'une partie de sa pratique. Un joueur peut manipuler avec dextérité un dispositif très complexe sans être perturbé, tant que ce dispositif s'intègre naturellement dans l'environnement et la pratique du jeu. Dès que la compréhension du mécanisme suppose une prise de distance par rapport à cette pratique, la sensation de présence peut être grandement perturbée par des mécanismes distracteurs (D. Johnson et J. Wiles, 2003). Par exemple dans les interfaces classiques de jeux vidéo, beaucoup d'indicateurs visuels de types jauges, compteurs et autres afficheurs fixés à l'écran ne sont utiles qu'à certains moments et peuvent être considérés comme distracteurs le reste du temps. Ainsi, les jeux vidéo « Black and White » et « ICO » (voir les illustrations 2.2 et 2.3) ont choisi de ne pas présenter d'interface de commandes classiques à l'écran.

Illustrations 2.2 et 2.3 : « ICO » se passe de toutes sortes d'indicateurs pour fournir une expérience de jeu plus forte.

Dans d'autres jeux l'interface (appelée HUD : Head Up Display) est intégrée naturellement au jeu. Par exemple dans le jeu « GTA III », dans lequel le joueur est souvent amené à piloter

une voiture dans une ville, la carte et les indications de direction sont remplacées par un « GPS », naturellement intégré dans l'écran.

Selon cette logique, nous pensons que les jeux qui se passent au maximum d'indicateurs superflus permettront une meilleure sensation de présence. Ne devraient être données que les informations nécessaires, qui doivent se combiner entre elles de façon harmonieuse pour fournir un environnement rapidement immersif. En poussant cette logique plus loin, c'est-à-dire en voulant éviter toutes les couches d'indicateurs superflus pouvant séparer le joueur de l'univers de jeu, nous voulons éviter de recourir aux traditionnels menus servant de points de départ à la plupart des jeux sonores.

Pourquoi une fois le jeu lancé, le joueur ne devrait-il pas se retrouver directement en situation de jeu ? Le rôle des menus est d'offrir des configurations conformes aux attentes du joueur, mais n'est-il pas possible de devancer ces attentes plutôt que de laisser le joueur paramétrer lui-même sa partie? Par exemple, il est fréquent que des menus proposent au joueur de régler la difficulté du jeu, mais certains jeux visuels emploient des systèmes qui permettent au jeu de s'adapter au niveau du joueur. Ainsi, le jeu vidéo « Devil May Cry 3» propose au joueur buttant trop longtemps sur un combat difficile de continuer la partie avec une difficulté amoindrie. Le joueur n'a plus à se préoccuper de devoir choisir son niveau de difficulté en début de partie.
Concernant la possibilité de charger en mémoire les paramètres d'une ancienne partie, certains jeux proposent de débuter directement et automatiquement à la situation correspondant à la dernière sauvegarde. Ce n'est que si le joueur veut commencer une nouvelle partie (ou en charger une autre), ce qui est peu fréquent, qu'il devra faire une manipulation spéciale. Cette solution a été appliquée dans le jeu « GTA III », contribuant ainsi à le rendre plus accessible pour les personnes déficientes visuelles.

Autrement dit, nous voulons que le joueur ressente plus rapidement la sensation de présence et plus particulièrement l'état de flow en travaillant sur la rapidité d'immersion. Les propositions précédentes s'appuient de façon générale sur la capacité du jeu à apprendre les préférences de l'utilisateur et de lui proposer un environnement contextuel.

1.1.4 La nature des défis que doit surmonter le joueur

Selon Jenova, l'état de flow oscille entre un état d'anxiété engendré par les défis trop difficiles et un état d'ennui provoqué par un contrôle total et sans surprise de la situation (C. Jenova, 2001) (voir l'illustration 2.4).

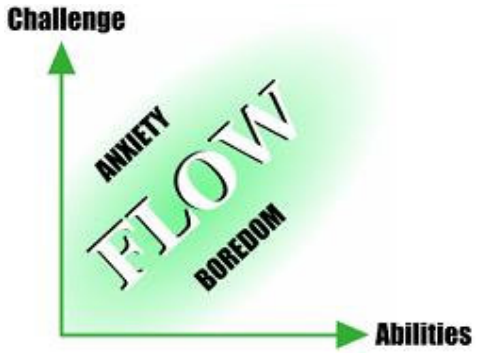


Illustration 2.4 : La théorie du flow appliqué aux jeu vidéo : cet état dépend d'un équilibre à maintenir entre un sentiment d'anxiété lié à un challenge difficile et un sentiment d'ennui où les capacités du joueur seraient trop efficaces (C. Jenova, 2001)

Selon Chris Crawford (C. Crawford, 2003, Chapitre 4 : Dimension of challenge), un joueur applique différents processus d'évaluation pour estimer ses chances de surmonter un défi :

- Il applique des mécanismes d'estimation spatiale pour évaluer la proximité de la menace.
- Il créer des analogies avec des situations similaires rencontrées auparavant.
- Il met en œuvre des mécanismes de raisonnement séquentiel. En d'autres termes, il planifie et évalue dans le temps les différentes actions qu'il juge appropriées.
- Il évalue les ressources à sa disposition avant de se lancer ou non dans l'action.
- Il applique des comportements élaborés auparavant lors d'échanges sociaux avec autrui.

Chacun de ces processus peut faire l'objet d'un type de difficulté spécifique et doit maintenir un équilibre entre une trop grande facilité et une trop grande difficulté de résolution.
En faisant la synthèse des mécanismes décris par Crawford, cet équilibre dépend de paramètres spatiaux et temporels qui sont interprétés par le joueur en créant des analogies avec des situations familières. Un jeu est construit essentiellement sur des mécanismes spatiaux (Natkin 2004), mais la perception du jeu est essentiellement temporelle. Nous allons par conséquent aborder la façon de régler un défi en intervenant sur le temps.

1.1.5 Boucles de gameplay et temps de réaction

On considère en général trois échelles de temps dans la nature de l'intérêt que peut porter un

joueur à un jeu : l'intérêt à long terme (ce qui pousse le joueur à terminer le jeu), l'intérêt à moyen terme (ce qui le pousse à finir un niveau) et l'intérêt immédiat : ce qui le pousse à continuer à jouer.

La notion de boucle de gameplay est un système réactif impliquant une machine et un être humain et dont la dynamique est principalement celle de l'intérêt à court terme. La machine génère une situation, le joueur évalue cette situation, réagit en conséquence ce qui engendre la situation suivante.
Si nous croisons cette façon de considérer le gameplay avec l'impératif pour un bon jeu de produire l'état de flow chez le joueur, la variable la plus évidente sur laquelle nous pouvons intervenir est la période de ce cycle. De façon plus générale, les mécanismes de jeux d'action nécessitent de la part du joueur des temps de réaction très courts tandis que les mécanismes de gameplay de jeux d'exploration laissent un temps d'évaluation et d'exploration plus long.

Un cycle court doit reposer sur un apprentissage de mécanismes relevant du réflexe. On considère par exemple que le temps de réaction dans un jeu de tir (FPS) est de l'ordre de cinquante millisecondes (Natkin 2004). A l'inverse un cycle long doit nécessiter une évaluation et un mécanisme de décision plus analytiques (complexité d'une énigme, prise en compte d'un nombre plus important de facteurs…). Le temps de réaction demandé sur un jeu de stratégie par exemple est de l'ordre de cinq cents millisecondes.

Lorsque l'on désire maintenir l'état de flow sur des mécanismes ayant un temps de résolution plus long (résolution d'une énigme dans un jeu visuel d'aventure comme « Myst »), les principes mis en œuvre relèvent du second niveau temporel évoqué plus haut : le joueur est motivé par un but à moyen terme, mais ceci suppose une exploration plus importante. La phase d'exploration, qui va permettre au joueur d'appréhender l'univers du jeu doit être, en elle même, par exemple via l'esthétique du jeu, motivante. C'est le cas par exemple dans le jeu « Shadow of the colossus » ou, à la fin d'un combat contre un colosse (gameplay de type jeu de plate-forme), le joueur est amené à visiter un paysage impressionnant pour trouver son prochain adversaire.

Le principe de la boucle de gameplay décrit plus haut montre quels sont les mécanismes d'immersion propre au jeu. Partant d'un premier défi, qui l'accroche, l'individu, pour progresser, commence à interagir avec le monde réel. Ce faisant, l'interaction doit progressivement révéler l'environnement propre du jeu, le virtuel s'ajoutant au réel, en s'affirmant de plus en plus jusqu'à occuper le premier plan (voir l'illustration 2.5).

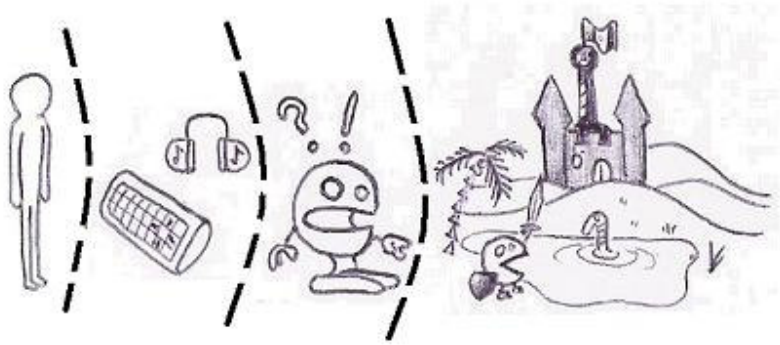


Illustration 2.5 : la personne interagit d'abord avec une surface interactive qui procure des sensations agréables parfois inattendues. Etapes d'interaction après étapes d'interaction, avec des sensations renouvelées appelant à maintenir le couplage avec le jeu, la surface interactive sur le plan physique révèle progressivement un pendant virtuel qui se développe jusqu'à signifier la quête de personnages imaginaires dans un monde irréel.

La personne devient progressivement un joueur de jeu numérique, elle se couple avec différentes couches de son environnement, réelles puis virtuelles, qu'elle apprend à maîtriser.

L'utilisateur d'un environnement sonore interagit à la fois avec des objets physiques et des objets virtuels. L'environnement sonore doit pouvoir informer sur un maximum de niveaux entre ces deux extrêmes (A. Darvishi et al, 1995) et accompagner la personne lors de son évolution en joueur.

Pour l'élaboration d'un principe d'auto apprentissage efficace applicable aux jeux sonores, nous gardons par conséquent ce principe : le joueur n'a pas à comprendre la situation de jeu mais les différentes interactions marquant sa progression dans le jeu doivent toutes être conçues pour apporter une forme de plaisir au joueur. Les premières étapes ne concernent pas l'univers de jeu mais l'interface elle-même. Nous devons ensuite considérer une phase de familiarisation du joueur avec son avatar sans que l'environnement virtuel ne vienne le perturber. La mise en place des quêtes vient après. Il nous manque encore un élément pour améliorer ce modèle : en l'absence de contrôle sur les mécanismes temporels permettant de contrôler la boucle de gameplay, comment procurer du plaisir au joueur dès les premiers instants ?

Le processus d'apprentissage des règles du jeu peut s'effectuer par des alternances de compétitions et de contemplations. La perception par l'action implique un éventail de possibilités d'attitude du joueur que nous considérons comme un continuum entre ces deux pôles.

1.1.6 Attitude compétitive

Dans une attitude compétitive, le joueur expérimente dans un premier temps l'effet de ses actions sur le jeu. Il associe les gestes et les sensations qui en découlent. Il peut ainsi identifier les modes d'interactions les plus gratifiants. Le joueur va devoir ensuite entretenir son plaisir en confrontant ses habiletés à différentes formes de défi. Le joueur qui développe sa compréhension et sa maîtrise de l'avatar et de l'environnement virtuel va devoir faire face à des défis de plus en plus complexes pour nourrir sa recherche de plaisir. Le joueur cherche par exemple à battre un adversaire. Cet adversaire peut être le jeu en lui-même, un certain seuil de score, une limite de temps… Il s'agit d'une quête de performance, d'un dépassement de soi et des limites posées par le jeu ou d'autres joueurs. Cette façon de jouer possède un côté sportif indéniable et comme tout sport, elle requiert de l'entraînement.
L'attitude compétitive est actuellement la plus communément considérée dans les jeux visuels et sonores. Elle suppose une compréhension des règles de la part du joueur. Dans le cas contraire, le défi proposé au joueur risque le plus souvent de se solder par un échec.
Dans le cadre des jeux sonores et plus particulièrement des premiers instants où la personne interagit avec le jeu sans le comprendre, ce n'est pas le seul type d'attitude que nous devons attendre de la part du joueur.

1.1.7 Attitude contemplative

Avec une attitude contemplative, le joueur ne cherche pas à triompher de quoi que ce soit : il profite du moment présent et de l'environnement. Lors de tels moments, le joueur est moins actif, mais il tente d'interpréter son environnement selon les traces laissées par ses expériences passées (K. J. Holyoak et P. Thagard, 1996), (I. Rosenfield, 1997).

De périodes contemplatives significatives sont proposées par des jeux visuels de type « bac à sable » : des promenades dans la campagne de « GTA San Andreas », des ballades aquatiques dans les jeux vidéo de la série « Eco le dauphin » ou « Endless Ocean » (voir les illustration 2.6 et 2.7), des recherches de formes de vie à observer et à photographier dans « Beyond Good and Evil »…

Illustrations 2.6 et 2.7 : « Endless Ocean » est un jeu essentiellement contemplatif.

Le plaisir provient de l'observation de son environnement. Ce plaisir peut être auditif : profiter pleinement de l'univers musical de « Final Fantasy VI » impose parfois une inaction totale de l'avatar, un mouvement pouvant entraîner un changement de l'environnement sonore. Des jeux visuels comme « Ico » ou « Shadow of the colossus » offrent des moments de contemplation sonores intenses mais non musicaux : bruit de vents, bruits de pas, bruits d'écoulement d'eau.
Les jeux sonores supportent actuellement assez mal une attitude contemplative. L'action gêne la contemplation et si des musiques sont tout de même présentes, elles sont rapidement lassantes à cause de leur caractère répétitif. Avec les jeux sonores, l'attitude contemplative arrive lors de moments de fatigue attentionnelle ou auditive, lorsqu'il devient nécessaire de faire une pause. Sur le jeu « Shade of Doom », nous pouvons écouter longuement les bruitages de vents du jeu, indiquant l'orientation du couloir où se trouve le personnage. Ces moments d'écoute permettent aussi de laisser libre cours à l'imagination pour se représenter la base à explorer. C'est assez limité en comparaison des instants contemplatifs offerts par les jeux visuels. Les jeux sonores actuels ne se laissent pas contempler avec suffisamment d'intensité pour que cette attitude prenne le dessus sur toute une partie.
Des travaux exploitent pourtant le potentiel offert par le son pour présenter des objets intéressants à contempler, comme ceux de M. Back et M.C. Stone racontant la conception d'un mandala sonore (M. Back et M.C. Stone, 1999).

La recherche d'une attitude contemplative est souhaitable dans le cadre de jeux sonores et plus particulièrement lors de ces premiers instants d'interaction. Le principe est simple :

Premièrement, il s'agit d'une part de laisser au joueur tout le temps qu'il souhaite pour se familiariser avec l'interface, puis l'avatar et enfin les premières parcelles de l'univers de jeu.
Considérant ce postulat, nous comprenons que sur les quatre catégories identifiées lors de l'état de l'art des jeux sonores accessibles, une seule convient à l'élaboration d'un système d'auto apprentissage non explicite : les jeux d'exploration. Les jeux d'action ne laissent pas le temps au joueur, les jeux de société supposent une compréhension des règles préalables à la partie, les jeux de gestion simulation sont trop complexes. Le point de départ d'un jeu sonore devrait donc être un jeu d'exploration jusqu'à ce que le joueur se soit suffisamment familiarisé avec l'environnement de jeu. Par la suite, le jeu pourrait se mélanger avec d'autres mécanismes pour emmener le joueur vers d'autres styles de gameplay.

Deuxièmement, le rendu sonore doit être suffisamment intéressant pour capter l'intérêt du joueur. C'est une affaire de design sonore. Les travaux en musicologie sont probablement les plus susceptibles de proposer des façons d'intéresser le joueur.

Enfin troisièmement, l'intérêt du joueur pour une situation de jeu statique n'est pas intarissable. Sans qu'il comprenne forcément bien la situation de jeu, nous devons lui permettre d'en sortir simplement en prévoyant des modes d'interaction susceptibles de faire évoluer progressivement la situation le plus simplement possible.

1.1.8 Principe d'alternance entre contemplation et compétition

La plupart des jeux actuels incorporent différents mécanismes de gameplay qui se succèdent les uns après les autres de façon à éviter au joueur de se lasser en gardant trop longtemps la même attitude active ou contemplative. Le jeu visuel « Shadow of the Colossus » alterne très nettement d'une part les phases d'exploration (voir l'illustration 2.9), sans aucune action, aucun ennemi mais de beaux paysages qui se laissent regarder durant de longs instants et d'autre part les combats contre les colosses (voir les illustrations 2.8 et 2.10). Ces affrontements ne sont pas basés sur de l'action pure, le joueur devant toujours utiliser son sens de l'observation et de déduction pour comprendre quel est le point faible du colosse mais ils contrastent fortement avec les moments très calmes qui les précédent.

Illustrations 2.8, 2.9 et 2.10 : « Shadow of the Colossus » alterne très nettement les phases de contemplation et de compétition.

Nous avons observé ce type d'alternance sur des jeux visuels de rôle en ligne massivement multijoueurs comme « Dark Age of Camelot » et l'avons mis en évidence via la constitution de chronogrammes (voir la figure 2.11).

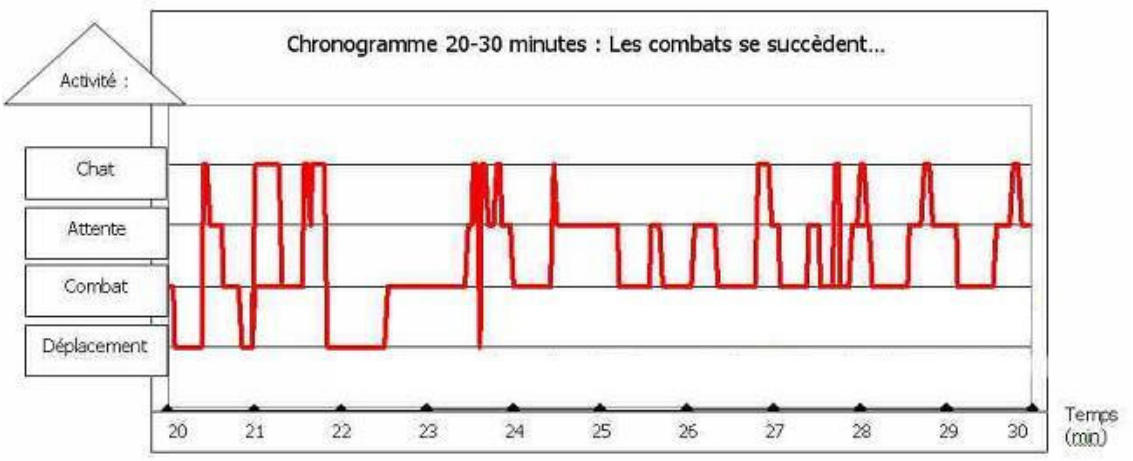


Figure 2.11 : un chronogramme retraçant les activités d'un joueur jouant à « Dark age of camelot ». Les alternances entre les phases de combats et les phases d'attente illustrent les passages d'une attitude compétitive à une attitude plus contemplative.

Nous pensons par conséquent que le joueur cherche naturellement à varier son type d'attitude, ce qui lui permettrait de mieux profiter des jeux qu'il essaie. Ce principe d'alternance entre des phases de compétition et des phases de contemplation permet au concepteur de proposer des systèmes d'énigmes. Les énigmes sont des situations que le joueur doit faire évoluer sans que le jeu ne lui fournisse trop d'informations explicites. Le joueur aborde le jeu sans savoir comment agir. En passant dans un mode plus contemplatif, le joueur peut se forger des hypothèses sur le fonctionnement de l'univers de jeu, hypothèses qu'il peut tester aussitôt en redevenant actif. Ainsi, le jeu visuel « Contact » sur Nintendo DS commence par une énigme qui présente la situation suivante : « un savant vit dans son laboratoire et poursuit des études à l'aide de son ordinateur ». Le joueur le regarde mener sa vie simplifiée de savant, dans l'attente de quelque chose mais il ne se passe rien et les boutons n'ont aucun effet. En fait, le joueur doit interrompre les recherches du savant en le touchant avec le stylet de la console: le savant, prenant « conscience » de la présence du joueur, lui explique alors le fonctionnement du jeu.

Il existe des jeux visuels d'exploration, comme par exemple les jeux visuels de la série « Myst », qui laissent le joueur errer sans qu'il parvienne tout de suite à comprendre les objectifs à atteindre. L'intérêt de ce jeu et de ses suites se situe d'ailleurs dans la compréhension des situations de jeux, en faisant appel aux capacités d'observation et de déduction du joueur. Ce type de jeu visuel offre des sensations très différentes de celles des jeux plus orientés vers les activités compétitives.

1.1.9 Conclusion : Principe d'apprentissage pour les jeux sonores

L'analyse précédente nous amène aux conclusions suivantes :
Un bon jeu développe un gameplay qui vérifie le principe du flow. C'est un système d'auto apprentissage dont la progression est contrôlée pour maintenir un niveau d'intérêt suffisant et un niveau de difficulté acceptable. Une façon de gérer ce gameplay est de considérer l'intérêt à court et moyen terme du joueur. Ceci permet de jouer sur des successions de phases compétitives et contemplatives.

Dans un jeu vidéo « classique », l'apprentissage se fait selon les deux dynamiques. Par exemple un jeu de combat comme ceux de la série « Tekken », est essentiellement basé sur des boucles courtes et un apprentissage de mécanismes « réflexes ». Par contre sur de nombreux jeux d'aventures une part de l'apprentissage se fait dans les phases de contemplation.

Considérons maintenant la perception et l'apprentissage d'un jeu par une personne handicapée visuelle :
Un joueur de jeu sonore doit pouvoir adopter une attitude contemplative dès les premiers instants du jeu. Nous devons aussi considérer que le joueur ne veuille pas adopter ce style d'attitude et qu'il veuille rapidement se retrouver dans une situation plus compétitive. Nous devons par conséquent permettre au joueur de faire évoluer la situation de jeu suffisamment rapidement pour que le défi proposé par le jeu satisfasse les exigences du joueur.
Autrement dit, nous considérons que le joueur doit être capable de réguler lui-même la boucle de gameplay. Si le joueur a besoin de temps, le jeu doit lui en laisser. Si le joueur veut être confronté rapidement à une plus grande difficulté, la situation de jeu doit pouvoir évoluer rapidement. De cette façon, le joueur ajuste de lui-même la période de la boucle de gameplay au rythme qui lui convient le mieux.

Partant de ce constat nous formulons les hypothèses suivantes.

Une façon de concevoir un jeu sonore « intéressant » est de construire un gameplay utilisant les phases de contemplation pour permettre l'auto apprentissage.

L'apprentissage naît de la découverte de paysages sonores de plus en plus complexes.

L'élaboration des situations de jeux et de leur enchaînement se nomme dans l'industrie du jeu « Level Design ». Un bon level design doit proposer une augmentation progressive de la

difficulté des différents défis en adéquation avec les capacités d'apprentissage du joueur. Pour être efficace, le level design d'un jeu sonore pourvu d'un système d'auto apprentissage devrait démarrer avec des situations et des interactions extrêmement simples qui permettent de progresser dans les niveaux suivants.
Ainsi, le joueur doit pouvoir se familiariser d'abord avec son interface puis avec son avatar et enfin avec l'environnement de jeu.
Il nous reste à examiner les principes de perception sonore qui peuvent soutenir cette démarche.

2 L'esthétique des jeux sonores

Par « esthétique du jeu », nous entendons la façon dont sont données les informations au joueur. Les mécanismes de jeux, qu'ils soient d'exploration ou de synchronisation, paraîtraient bien abstraits s'ils n'étaient pas habillés de façon à présenter un contexte riche de sens pour le joueur. Par cet habillage, le joueur peut interpréter la situation de jeu d'après des situations familières rencontrées auparavant. Si l'habillage est explicite, la résolution du défi dépend de l'habileté du joueur. Si l'habillage est implicite, le challenge s'apparente à une forme de casse tête et nécessite une approche plus cérébrale pour être résolu.
Considérons par exemple le mécanisme exploratoire basé sur un déplacement de type absolu. Il équivaut au déplacement d'un curseur dans une grille ou un tableau à l'aide des touches fléchées. Dans le jeu sonore « Super Egg Hunt », l'interaction est ponctuée par des bruits de pas dans de l'herbe. Dans le jeu sonore « Bataille Navale EO », l'interaction est traduite par une verbalisation des coordonnées de la case sur laquelle le curseur arrive.
Le jeu « Super Egg Hunt » semble à priori donner moins d'informations : le joueur ne sait pas où se déplace son avatar par rapport aux limites de grille. Pourtant, le bruit de pas apporte d'autres informations au joueur : il sous entend que l'avatar est humanoïde, qu'il peut marcher dans un environnement, éventuellement y trouver des objets et même les prendre. Toutes les actions possibles de « Super Egg Hunt » peuvent être anticipées par le joueur à l'écoute de ce bruitage de déplacement évocateur. Les objets qu'il faut prendre dans ce jeu (des œufs) n'émettent pas de sonorités réalistes (comment sonoriser de façon réaliste un œuf ?) mais l'action de prendre un objet peut être correctement interprétée grâce à la représentation d'un bon contexte de départ.
Le jeu audio de course « Top Speed » propose un gameplay plus complexe puisqu'il conjugue des mécanismes d'exploration (la voiture peut avancer, freiner et tourner à droite ou à gauche) combinés à des mécanismes de synchronisation (prise par l'inertie liée à sa vitesse, les manipulations pour négocier les virages du jeu doivent s'effectuer aux bons moments). Pourtant, à l'écoute du bruit de moteur produit par l'avatar, toutes les actions réalisables sont quasi immédiatement intégrées par le joueur : « Top Speed » est l'un des jeux sonores les plus faciles à comprendre et à prendre en main.

2.1 Le remplacement d'instructions verbales par des sonorités non langagières

Tous les bruitages des jeux sonores ne sont pas aussi évocateurs que ceux proposés par « Topspeed ». Pour les jeux d'action qui proposent un autre contexte que celui des courses automobiles, la représentation de l'univers de jeu est souvent plus difficile. Si l'on incarne un humain ou un robot, les possibilités sont, à priori, plus complexes. L'effet des touches est moins évident et le joueur peut se poser de nombreuses questions, par exemple : une pression sur la flèche de droite signifie t-elle faire pivoter son personnage d'un quart de tour sur la droite ou au contraire qu'il se déplace ? Pour de nombreuses situations, il n'est à priori pas facile d'aborder la description de leur gameplay sans information explicite.

2.1.1 Avantages des sonorités non langagières

Les sonorités non langagières des jeux audio sont délicates à employer pour expliquer les règles du jeu. Elles sont pourtant la principale force des jeux sonores qui peuvent ainsi exposer au joueur une situation complexe qui évolue rapidement. Une fois le sens de ces sonorités assimilées par le joueur, leur puissance d'évocation ouvrent la voie vers des possibilités de conception différentes et un plaisir plus instantané (C. Hofstader, 2006).
Si un jeu ne repose sur aucune langue en particulier, les joueurs de toutes nationalités sont sur un pied d'égalité. Tout le problème est d'amener le joueur à comprendre rapidement et facilement ces sonorités non langagières et de savoir comment les utiliser.

2.1.2 Utilisation des sonorités non verbales

Dans le douzième chapitre du livre intitulé « Non-Speech Auditory Output », Brewster fait une revue détaillée de l'histoire et des applications des messages audio non verbaux (S.A. Brewster, 2002). Avant 1989, l'utilisation classique de l'audio consistait essentiellement à envoyer des messages d'alarme à l'utilisateur d'applications informatiques. Selon Brewster, deux évènements ont contribué à développer ce champ de recherche : le premier est la parution en 1989 d'un numéro spécial du journal « Human-Computer Interaction », sur le thème de l'audio non verbal, édité par Bill Buxton (W. Buxton, 1989). Il inclut des travaux sur deux concepts d'indicateurs sonores : les « icônes auditifs » et les « earcones ».
Le second évènement fut la création de la première conférence internationale sur les informations sonores (Internation Conference on Auditory Display) en 1992, qui a réuni et qui continue à réunir les chercheurs du monde entier pour progresser plus rapidement dans ce domaine. Nous allons brièvement aborder ces deux concepts d'icônes auditifs et d'earcones dans les deux sous parties suivantes.

2.1.3 Les icônes auditifs

Les travaux fondamentaux sur les icônes auditifs ont été réalisés par Gaver (W.W. Gaver, 1989). Les jeux sonores d'action et d'exploration transmettent au joueur un grand nombre d'informations sur la situation de jeu en utilisant des sonorités non langagières. Le concept d'icônes auditifs de Gaver repose sur une approche écologique : l'auditeur prêterait moins attention aux paramètres objectifs constituant le son mais il chercherait à se représenter quelle source pourrait l'émettre. Les icônes auditifs sont des sons fortement évocateurs d'objets ou de situations. Le choix des sons doit être associé à une enquête pour déterminer quelles sonorités sont les plus représentatives des situations à illustrer. Les différences de compréhension interindividuelles peuvent être énormes. La plupart de ces sonorités se veulent plutôt réalistes. Le bruit de papier froissé que l'on entend lorsqu'un document numérique est jeté à la corbeille correspond typiquement à la démarche de conception des icônes auditifs.

Cette logique de conception réaliste peut être poussée plus loin et modulée avec des technologies de synthèse sonore en temps réel. Ainsi, il est possible d'illustrer de façon réaliste des situations dynamiques nécessitant une interaction à la fois rapide et précise. Par exemple, un bruit synthétisé peut illustrer le roulement d'une bille de fer que des joueurs doivent immobiliser dans une zone précise d'une gouttière (M. Rath et D. Rocchesso, 2005).

Toutefois, certains types d'évènements ne trouvent pas d'illustration sonore réaliste. Beaucoup peuvent cependant être retranscrits auditivement par l'utilisation de séquences plus abstraites qui conservent un fort pouvoir évocateur : ce sont les earcones.

2.1.4 Les earcones

A l'inverse des icônes auditifs, le concept d'earcones développé par Blattner, Sumikawa et Greenberf en 1989 repose sur des sons abstraits et synthétiques (M.M. Blattner et al., 1989). Il n'y a plus d'ambition de réalisme entre le message audio et ce qu'il est sensé représenter. L'efficacité des earcones dans certaines IHM a été démontrée (S.A. Brewster et al., 1993). Ils sont très employés dans les téléphones mobiles. Brewster explique qu'un travail sur le design de l'earcone peut compenser un manque au niveau de la qualité de restitution sonore du message. Enfin, une phase d'entraînement peut achever de rendre ce moyen de communication très compréhensible et pratique (S.A. Brewster, 1997).

Il existe des guidelines pour l'élaboration de ces earcones (S.A. Brewster et al., 1995). S.H. Hsu propose une classification récente des earcones en fonction de différents paramètres (S.H. Hsu et al., 2007). Leur utilisation pourrait être intensifiée pour transmettre un plus grand nombre d'informations, en diminuant du même coup le recours à des informations langagières. Des données numériques peuvent être transmises sous la forme de signaux sonores non langagiers. Walker et ses collaborateurs ont ainsi réalisé un boulier musical (B.N. Walker et

al., 2004).
Bien utilisées, les techniques de communications audio non verbales peuvent être plus rapides que les méthodes verbales pour interagir avec des tables de données numériques (J. Kildal et S.A. Brewster, 2005). Les earcones peuvent aussi servir pour donner des informations sur l'ordonnancement hiérarchique de catégories (G. Leplâtre et S. A. Brewster, 1998, a). Ils peuvent rendre compte de l'état de progression d'une tâche ou bien d'une orientation et cela de façon sonore, sans visuel ni langage (S.H. Hsu et al., 2007).

2.1.5 Synthèse et application aux jeux

Earcones et icônes auditifs se situent en fait sur un même continuum et il est possible de mélanger les deux approches. Utilisés conjointement, la logique de création de messages audio, qu'il s'agisse d'earcones ou d'icônes auditifs permettrait de communiquer de nombreux types de messages. Toutefois, dans le cadre de jeux, le joueur doit pouvoir recevoir en un très court laps de temps un grand nombre d'informations. Est-ce que l'efficacité de ces messages sonores reste intacte en cas de multiples présentations simultanées ?
Des guidelines spécifiques existent concernant la présentation simultanée de plusieurs earcones. De façon générale, plus il y a d'earcones présentés simultanément, plus la compréhension de leur signification risque d'être altérée. L'identification des earcones peut être améliorée en distinguant d'avantage leurs caractéristiques et plus particulièrement le timbre. Plusieurs earcones simultanés peuvent être correctement identifiés à condition qu'aucun ne démarre en même temps qu'un autre (D.K. Mcgookin et S.A. Brewster, 2004).

Nous faisons l'hypothèse qu'un apprentissage progressif des messages sonores, en les présentant l'un après l'autre, dans le cadre d'un tutorial de jeu, permettrait finalement d'utiliser un grand nombre d'earcones compréhensibles par le joueur.

L'ensemble de guidelines décris par ces recherches encourage la création de jeux sonores qui contourneraient les problèmes de compréhension posés par le langage. Pour aller plus loin, nous voudrions que cette profusion de messages sonores soit agréable pour le joueur. Nous avons toujours le souci de plaire au joueur qui, dans un premier temps, ne comprendra pas forcément le sens des informations que nous lui enverrons. La musique est un loisir qui sait répondre immédiatement au besoin de plaisir de l'auditeur. Pour passer de concepts de jeux basés presque entièrement sur des bruitages non verbaux à des jeux accessibles s'inspirant de musique interactive, la marche n'est plus si haute. Nous allons donc aborder le potentiel des jeux musicaux.

2.2 Des sonorités non langagières à la mise en place de musique interactive

Un jeu musical plutôt que sonore peut présenter plusieurs avantages. D'abord, l'écoute peut être plus intéressante et agréable que la seule juxtaposition de bruitages. Ensuite, la musique peut être considérée comme un moyen de communication efficace qui pourrait dans certaines situations remplacer avantageusement le langage parlé.

Gregory Leplâtre et Stephen A. Brewster considèrent qu'il est délicat d'aborder la musique par des caractéristiques telles que le timbre, la hauteur et le volume. L'appréciation des effets globaux apportés par la musique est aussi très importante (G. Leplâtre et A. Brewster, 1998, b). Ils ajoutent qu'il vaut mieux vaut essayer de transmettre un message en se basant sur les sentiments que la musique peut procurer plutôt que par une approche intellectuelle basée sur une structure musicale que l'auditeur ne saura pas forcement discerner. Selon Smoliar (W. Smoliar, 1994), lorsque les mots ne conviennent pas, la musique est le moyen le plus efficace pour communiquer.

Nous avons vu que le joueur adopte, au cours d'une partie, différents comportements oscillants entre des attitudes compétitives et d'autres essentiellement contemplatives.

Un environnement musical interactif doit considérer l'alternance entre des phases d'écoute et des phases d'interaction. L'environnement sonore devrait de cette façon présenter aussi un intérêt pour le joueur peu actif.

L'utilisation de patterns musicaux contribuerait à rendre l'environnement sonore plus plaisant dans le cadre d'une approche contemplative (J.O. Borchers, 1999). Les patterns musicaux eux-même peuvent être améliorés et se révéler moins lassants en s'inspirant par exemple de méthodes de conception de la « musique Breakbeat » (N. Collins, 2003).

Des jeux sonores pourraient utiliser des séquences musicales permutables en fonction de différentes règles d'interaction. Le jeu sonore « Tim's journey » du projet TIM prévoyait ainsi une très forte dimension musicale, mais il n'a hélas pas pu aboutir (TIM partners, 2001). D'autres projets ont proposé une dimension musicale très marquée, même s'il ne s'agit pas directement de jeux accessibles. Ainsi, dans « Sonic City », un joueur se promène avec un système portatif qui permet de créer de la musique de façon dynamique en fonction de l'environnement exploré. Un tel projet peut constituer une forme d'idéal musical, mais avec des contraintes de diffusion car encore une fois, l'équipement requis ne correspond pas à la configuration standard des joueurs (R. Maze et M. Jacobs, 2005). Ce concept de musique interactive peut s'étoffer de règles, de buts pour devenir un jeu (R. Hadrup et al., 2004), (S. Björk et al., 2001).

Un autre jeu sonore accessible, « Phase », employait un mode musical et non verbal de communication (X. Rodet et al., 2005). Hélas, tous ces jeux reposaient sur une configuration

non standard et ils ne furent présentés qu'à l'occasion d'évènements spéciaux. En 2008, peu de jeux sonores basés sur une configuration standard utilisent des principes de musique interactive ou évolutive. Le jeu sonore de course « Drive » propose une musique d'ambiance qui évolue en s'adaptant à la vitesse du véhicule (E. Velleman et al., 2004).
Le rendu musical peut profiter aux phases de jeux mais aussi à d'éventuels menus permettant le paramétrage de la partie (G. Leplâtre et S. A. Brewster, 1998 a), (S.A. Brewster, 1998).
Le potentiel offert par la musique en tant que moyen de communication nous semble très fort et plus agréable que le seul emploi de bruitages non verbaux définis de façon isolée.

2.3 Conclusion

Dans ce chapitre nous avons dégagé un certain nombre d'hypothèses et de principes pour la conception de jeux sonores accessibles :

Basés sur le principe du flow, ces jeux doivent être basés sur l'auto apprentissage contrôlé. Ils ne doivent donc pas reposer sur des mécanismes exposant sous forme langagière et abstraite les principes du jeu. Ces principes doivent être compris par le joueur en progressant et en découvrant un paysage sonore de plus en plus complexe. Cette complexification doit reposer sur la topologie, les messages sonores et l'évolution dynamique de la musique.

Dans le chapitre suivant nous proposons différents jeux sonores que nous avons pu concevoir au cours de cette recherche, et nous évaluons ces jeux par rapport aux hypothèses précédentes.

TROISIEME PARTIE : Evaluations d'un système d'auto apprentissage non explicite

Nous avons pointé dans la première partie les limites des jeux sonores actuels. Nous pensons que leur prise en main est rapidement trop complexe et que des explications langagières échouent à développer la sensation de présence.
Nous avons proposé dans la seconde partie des principes de la conception d'un gameplay qui maintiennent le joueur entre l'ennui et le découragement (notion de Flow). Cette forme de tension dramaturgique propre au jeu ne doit pas être cassée par une compréhension abstraite des règles. C'est pour cette raison que les jeux sonores devraient être pourvus d'un système d'auto apprentissage comme c'est le cas pour la plupart des jeux standards actuels.
Nous considérons que le joueur doit se familiariser progressivement avec différentes facettes de son environnement, d'abord physiques puis virtuelles et que l'usage de sonorités musicales pourrait être plus efficace que celui du langage pour transmettre les règles du jeu tout en apportant du plaisir. En d'autres termes, les systèmes d'auto apprentissage des jeux sonores accessibles doivent pouvoir se passer de consignes verbales. Ils perdent ainsi leur caractère explicite mais ils doivent rester fonctionnels.

Nous apportons dans cette troisième partie des réponses à la problématique soulevée au début de cette recherche. Nous avons pour cela conçut des jeux sonores accessibles originaux présentant des systèmes d'auto apprentissage non explicites. Nous évaluons l'efficacité de ces systèmes d'auto apprentissage à l'aide de trois protocoles expérimentaux.

Notre méthodologie de test qui nous a permit d'élaborer les jeux sonores présentés dans le cadre de cette thèse est fondée sur une approche de l'ergonomie mise au service de la conception des jeux, inspiré par les travaux de (D. Johnson et J. Wiles, 2003), (S. Chevallier, 2003), (A. Buaud et al., 2001) et (D. Archambault, 2002, a).

Nous détaillons notre méthodologie et justifions le choix de nos outils de développement en annexe. Nous précisons simplement que nos jeux ont été développés avec le langage python pour le bon rapport qu'il offre entre simplicité et performance.

Nous avons conçut cinq jeux sonores originaux. Tous ne seront pas détaillés dans cette partie.
Nous avons développé un jeu d'action et quatre jeux d'exploration.
Nous présentons en annexe les mécanismes ludiques utilisables spécifiquement pour les jeux d'exploration et les jeux d'action. Nous récapitulons ici la différence qui nous semble essentielle :
Les jeux d'exploration demandent au joueur d'appuyer sur les bonnes touches pour manipuler correctement l'avatar dans un environnement. Ces jeux laissent tout le temps au joueur pour réagir. A l'inverse, les jeux d'action demandent aux joueurs d'appuyer sur les bonnes touches aux moments appropriés. Ces jeux sont plus exigeants et plus sévères en cas de mauvaise

compréhension de la situation de la part du joueur.
Le système d'auto apprentissage développé pour le jeu d'action utilise le langage verbal.
Avec ce système, les joueurs peuvent prendre en main directement le jeu sans avoir à lire préalablement de manuel. Toutefois, nous avons constaté à l'occasion de tests les problèmes que nous associons à l'emploi du langage verbal. Pendant que le jeu « parle », le joueur ne joue pas. L'efficacité du langage est limitée. Le jeu n'est pas compréhensible pour ceux qui ne maîtrisent pas les langues employées et même pour ceux qui les comprennent, il y a des problèmes : le débit selon lequel sont données les consignes peut être jugé trop lent pour certains et trop rapide pour d'autres.
Nous pensons qu'il est possible de présenter un système d'auto apprentissage non langagier au jeu d'action mais dans le cadre de cette étude, nous avons voulu concentrer nos efforts sur les situations plus simples offertes par les jeux d'exploration.
La description du jeu d'action que nous avons nommé « Tampokme » est présentée en annexe.
Avec ce jeu accessible aux personnes aveugles, nous abordons des problématiques secondaires concernant l'accessibilité aux personnes handicapées moteur et les situations de jeu multijoueurs en coopération.

Parmi les quatre jeux d'exploration, l'un d'eux repose sur l'utilisation d'un matériel non standard. Ce jeu nécessite que les joueurs déficients visuels manipulent la souris pour progresser de niveau en niveau. Peu de ces joueurs sont familiarisés avec la souris. L'emploi de ce périphérique peut s'avérer totalement inapproprié : la souris peut être empoignée dans le mauvais sens et leurs manipulateurs ne savent pas qu'il faut parfois la soulever et la replacer ailleurs pour déplacer sur une plus longue distance le curseur. Nous avons abordé ces problèmes en concevant un tutorial spécifique expliquant la manipulation de la souris. Ce faisant, nous retrouvons les problèmes associés à l'emploi du langage. Cette méthode a cependant permis à de nombreux joueurs à apprendre à manipuler la souris et à apprécier ce jeu. Quelques joueurs ont particulièrement aimé les sensations apportées par la souris, ce qui encourage le développement de jeux accessibles sur des périphériques non standard.
Toutefois, nous constatons que l'usage de périphériques inhabituels amène des problèmes de prise en main supplémentaire et il est plus difficile de les contourner sans aide explicite.
Nous présentons plus en détail ce jeu, que nous avons nommé « Chrono souris », en annexe.
Nous focalisons cette partie sur des jeux d'exploration reposant sur la configuration standard : un clavier et un casque stéréo.

Nous avons conçu trois jeux d'exploration reposant sur la configuration standard des joueurs non voyants (un clavier, une sortie audio en stéréo). Le premier se décline en deux versions. Dans la première version, le système d'auto apprentissage propose une aide explicite en donnant au joueur des consignes verbales au fur et à mesure de sa progression. Dans la

seconde version, le système d'auto apprentissage se passe d'aide explicite et ne repose que sur l'interactivité et les sonorités musicales non verbales du jeu. Ce jeu a donc été testé sans consignes langagières mais il a été conçu pour correctement fonctionner avec ces consignes.

Le deuxième jeu reprend le système d'auto apprentissage non verbal du premier en améliorant l'architecture des niveaux qu'il présente de façon à les rendre au départ plus faciles à franchir. Ce jeu a été conçu pour être joué sans aide langagière.

Le troisième étend les principes utilisés par ces deux jeux à un contexte multi joueurs collaboratifs.
Nous avons monté trois protocoles expérimentaux pour évaluer l'efficacité des systèmes d'auto apprentissage des deux premiers jeux.

Nous décrivons en premier lieu le prototype de notre système d'auto apprentissage non explicite qui a été incorporé au premier jeu d'exploration prévu pour être joué avec des consignes verbales. Puis nous présentons un protocole d'étude qui compare la progression de joueurs selon que ce jeu présente ou non des consignes verbales.

Nous décrivons ensuite une amélioration de notre système d'auto apprentissage non explicite, qui a été incorporé cette fois dans le jeu de labyrinthe prévu pour être joué sans aide langagière. Nous proposons alors deux autres protocoles expérimentaux qui étudient la progression de joueurs avec ce système amélioré.

Nous terminons enfin cette partie en pointant certaines limites de nos jeux.

1 Prototype du système d'auto apprentissage non explicite

Notre système d'auto apprentissage s'est constitué progressivement : notre prototype a été intégré à un jeu créé pour être joué avec des consignes langagières.
En comparant la prise en main de ce jeu selon que les consignes langagières soient présentes ou non, nous avons pu mieux établir la complexification progressive du level design.
Après une présentation générale de l'univers du jeu, nous construisons les trois étapes qui nous semblent essentielles pour une bonne progression dans le jeu :
Premièrement, nous proposons une situation qui permet au joueur d'adopter une attitude contemplative alors même qu'il est en train de se familiariser avec l'interface de jeu.
Deuxièmement, nous établissons une succession de situations lui permettant de se familiariser avec son avatar.
Enfin, nous l'amenons à se familiariser avec l'environnement de l'univers de jeu.

Suite aux observations effectuées à l'occasion du premier protocole expérimental décrit dans la suite de ce chapitre, nous avons amélioré le design sonore et surtout le level design de notre système d'auto apprentissage. Ce système a été incorporé dans un autre jeu d'exploration cette fois conçu pour être joué sans instruction explicite. Les différences entre les deux jeux peuvent sembler très minimes. L'évolution consiste à retirer des consignes, changer les sonorités employées par le jeu et modifier le level design. Ces petites différences ont pourtant un impact important. Comme le montrent les protocoles, le premier jeu est difficilement jouable sans consigne tandis que le second fonctionne beaucoup mieux. Nous détaillons à la suite de ce chapitre ces différentes évolutions.

1.1 Un jeu d'exploration utilisant le langage : « Pyvox, musical maze »

1.1.1 Description générale de « Pyvox, musical maze »

Pour aborder la problématique liée au langage, nous avons d'abord développé un jeu qui comporte des instructions verbales. Nous avons pu comparer cette condition témoin à une autre version du jeu exempte de langage. Nous avons développé un jeu d'exploration sans aucun mécanisme de synchronisation de façon à laisser tout le temps au joueur pour interagir à son rythme. Nous avons nommé ce jeu « Pyvox, musical maze » mais l'appellerons plus simplement dans ces pages « Pyvox » ou « Pyvox 1 ».

Pour notre condition témoin, nous avons voulut assurer un bon déroulement de partie de notre jeu d'exploration en délivrant progressivement au joueur des informations langagières. Le jeu « Terraformer » utilise cette approche et les joueurs peuvent ainsi directement jouer sans avoir à lire préalablement le manuel d'instructions. Toutefois, les mécanismes d'exploration utilisés par « Terraformer » sont très complexes et nous voulons placer le joueur en état de flow très rapidement. Nous utilisons des mécanismes d'exploration plus simples et les avons présenté selon une esthétique plus musicale. « Pyvox » utilise un déplacement absolu à quatre touches pour quatre directions, mécanisme qui est détaillé en annexe (voir l'illustration 3.1).

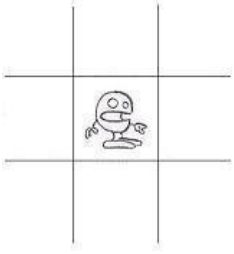


Illustration 3.1 : Nous avons préféré recourir à un mécanisme d'exploration simple, selon lequel l'avatar se déplace sur une grille selon quatre possibilités : haut, bas, gauche et droite.

Grâce aux instructions langagières, nous avons la possibilité de présenter facilement un scénario. Nous nous sommes contenté d'un contexte minimaliste. Le joueur incarne « Aliou, le lutin », qui veut grimper au sommet de la « tour des rêves » pour y trouver un trésor musical. Comme pour une large majorité de jeux, ce scénario est plus un prétexte pour fournir un cadre justifiant les principes d'interaction présentés dans ce jeu. Ainsi, l'ascension dans une tour où l'avatar passe d'étage en étage justifie la présentation d'une succession de niveaux de façon linéaire. L'évocation d'une « tour des rêves » rend cohérent le rendu musical et abstrait de l'univers de jeu. Pour battre le jeu, le joueur doit trouver la sortie des soixante-dix étages composant la tour des rêves.

Ce système de jeu fonctionne et permet aux personnes de jouer efficacement sans avoir à lire préalablement le manuel, ce qui en soit est déjà une évolution par rapport à la majorité des jeux sonores actuels (T. Gaudy et al., 2006, b) mais le jeu a bien été conçu pour être joué avec des consignes verbales présentées automatiquement au fur et à mesure de la progression du joueur.

1.1.2 Tutorial langagier de « Pyvox »

Pour les jeux d'exploration, les contraintes apportées par l'usage d'informations langagières ne sont pas aussi lourdes que pour les jeux d'action. Les explications ne viennent pas trop perturber le gameplay car ce dernier ne nécessite pas la prise en compte d'un rythme d'interaction particulier. Les joueurs peuvent interagir comme bon leur semble et passer à leur rythme d'une attitude contemplative à une attitude active.

« Pyvox, Musical Maze » délivre ses instructions au fur et à mesure de la progression du joueur selon ces différentes étapes :

1 : Le jeu explique au joueur qu'il peut choisir sa langue en appuyant sur la touche espace. Chaque pression change la langue utilisée puis délivre le message suivant dans la langue employée : « [langage employé] : appuyez sur la touche entrée pour écouter les instructions. » Le jeu n'utilise que des instructions en français, en espéranto et en chinois.

2 : Le jeu explique au joueur qu'il doit trouver et utiliser n'importe laquelle des touches fléchées pour débuter l'interaction avec l'avatar.

3 : Le jeu explique au joueur qu'il doit utiliser n'importe lesquelles des touches fléchées de façon à déplacer l'avatar et à reconnaître les bruitages de déplacement, ce qui lui permettra de gravir très facilement quelques étages.

4 : Selon le principe du labyrinthe, notre jeu d'exploration se pare de quelques obstacles. Le jeu explique au joueur qu'il doit différencier les bruitages de déplacement de l'avatar des bruitages de collision contre un obstacle.

5 : Le jeu explique au joueur le principe de localisation de la sortie par l'écoute des boucles musicales qui lui sont associées.

6 : Le jeu explique au joueur le principe de sonorisation des obstacles de façon à ce qu'il

puisse déplacer son avatar sans le cogner.
Une fois toutes ces informations données, le jeu se poursuit de façon non verbale, sauf en ce qui concerne l'énonciation du numéro du niveau lorsque le joueur trouve la sortie et passe au niveau suivant.

1.1.3 Indicateur de progression dans « Pyvox »

« Pyvox, Musical Maze » énonce le niveau atteint automatiquement au début de chaque niveau. Par exemple, en arrivant au troisième niveau, le joueur peut entendre « troisième niveau sur soixante dix. » Le joueur connaît ainsi sa progression dans le jeu ainsi que le nombre de niveaux restant à parcourir. Il peut appuyer sur la touche entrée pour réentendre le numéro du niveau parcouru en plus de la dernière information langagière relative à l'apprentissage du gameplay.

1.1.4 Familiarisation du joueur avec l'interface du jeu

Nous avons incorporé dans « Pyvox 1 » un système musical pour faciliter l'identification des touches permettant de jouer.

Avec ce système, nous voulons aider les joueurs à localiser les touches à utiliser sur le clavier pour manier l'avatar. Nous nous sommes inspirés des expérimentations artistiques sonores évoquées en première partie dans l'état de l'art, dans lesquelles le joueur n'est pas sensé comprendre la situation d'interaction qui s'offre à lui mais où chaque interaction est susceptible de produire un évènement sonore intéressant. Nous espérons ainsi favoriser la mise en place d'une attitude contemplative par le joueur qui, intrigué, va expérimenter l'interface afin de tester les différents retours musicaux qui font suite à ses interactions. A l'occasion de tests, ce système s'est avéré utile même pour ce jeu qui présente des consignes verbales : même si le jeu dit explicitement à cette étape que le joueur doit utiliser les touches fléchées, nous avons observé de nombreux cas de testeurs qui n'entendent pas ou ne comprennent pas cette consigne (le débit pouvant être jugé trop lent par certain et trop rapide pour d'autres. Nous avons par la suite augmenté la vitesse de débit de ces consignes afin de mieux contenter les joueurs déficients visuels habitués au débit accéléré des logiciels de lecture d'écran par synthèse vocale mais cela se fait au détriment des autres joueurs).
Ce système permet aux joueurs de commencer à jouer en étant confronté à un système de casse-tête intrigant mêlé à un univers sonore en relation avec l'univers de jeu.

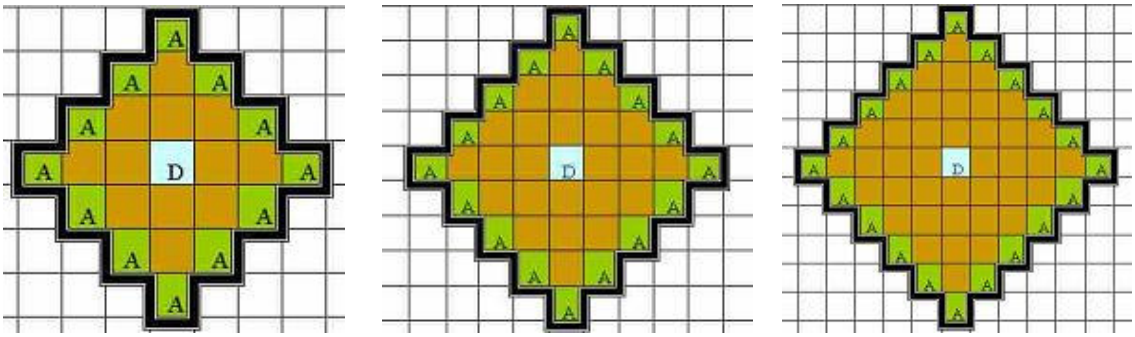
Concrètement, la personne entend une mélodie ainsi qu'un personnage (l'avatar) en train de ronfler. Presque toutes les touches du clavier permettent de déclencher un son, encourageant la personne à poursuivre ses interactions. Le clavier est divisé en colonne et en ligne. Plus la

colonne de la touche utilisée est éloignée des touches fléchées, plus le retour musical de l'interaction se rapproche de celui de la mélodie passée en boucle avec les ronflements de l'avatar. Plus la ligne de la touche utilisée est éloignée des touches fléchées, moins le volume du retour musical est fort.
Ce système de clavier musical se désactive sitôt que le joueur utilise le pavé fléché.

Avec ce système nous concevons le premier élément pour la mise en place d'un système d'auto apprentissage non explicite en aidant le joueur à se familiariser avec l'interface de jeu.

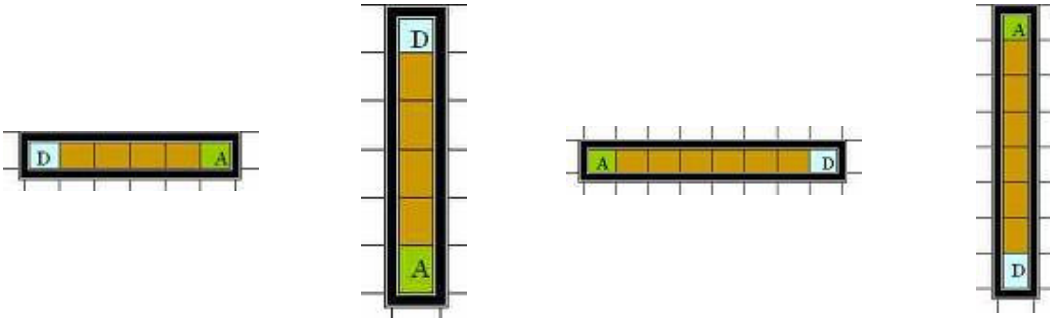
1.1.5 Familiarisation du joueur avec l'avatar

Les premiers niveaux de « Pyvox » ne comportent pas de murs : ce sont des niveaux entourés de sorties menant toutes aux niveaux suivants (voir les illustrations 3.2, 3.3 et 3.4).



Illustrations 3.2, 3.3 et 3.4 : les premiers niveaux du jeu « Pyvox » ne comportent pas de murs. L'avatar apparaît au centre (D pour départ), et doit rejoindre l'une des sorties (A pour arrivée). La distance s'accroît progressivement : le joueur doit prendre confiance et aller de plus en plus loin.

Le joueur peut se déplacer dans n'importe quelles directions pour les trouver.
Le joueur a tout son temps pour progresser et aucun élément ne vient le perturber pour mettre un terme prématuré à la partie.
N'importe laquelle des touches fléchées permet de déplacer l'avatar vers une sortie. Ainsi, l'amorce de la courbe de difficulté du jeu démarre très bas. Il n'est pas nécessaire à ce stade que le joueur comprenne qu'il déplace un avatar mais il peut prendre conscience progressivement qu'en appuyant sur ces touches, il progresse et qu'il agit correctement.
De niveaux en niveaux, la distance séparant le point d'arrivée de l'avatar aux sorties augmente. Au bout de quelques niveaux, il convient de s'assurer que le joueur utilise bien les quatre touches fléchées pour les déplacements : les niveaux vont donc prendre la forme de couloirs rectilignes entourés par des murs. Quatre couloirs inciteront le joueur à se servir tour à tour des quatre touches fléchées (voir les illustrations 3.5, 3.6, 3.7 et 3.8).



Illustrations 3.5, 3.6, 3.7 et 3.8 : les quatre premiers niveaux présentant des murs obligent le joueur à se servir tour à tour de chacune des quatre touches fléchées sans autres possibilités de déplacement. L'avatar apparaît en « D » et doit rejoindre la sortie en « A ».

1.1.6 Familiarisation du joueur avec l'environnement du jeu

Une fois que le joueur s'est servi des quatre touches fléchées pour déplacer l'avatar, la sortie menant au niveau suivant devient sonorisée. Le joueur peut entendre la sortie à une distance de près de dix cases.

Le principe de localisation de la sortie est volontairement peu précis mais il reste suffisamment efficace. Si la sortie est présente à droite de l'avatar, elle émet une musique sur l'enceinte de droite. A l'inverse, si elle est située à sa gauche, elle joue une musique sur l'enceinte de gauche. Si la sortie se trouve sur une ligne de la grille plus haute que celle où se situe l'avatar, elle aura un rendu musical plutôt aigu. Si en revanche elle se trouve sur une ligne plus basse, son signal musical devient plutôt grave. Si la sortie se trouve à la même hauteur que l'avatar, son rendu musical sera moyenné entre le rendu grave et le rendu aigu.

Le joueur peut ainsi localiser la sortie selon huit directions : à droite ou à gauche, en haut ou en bas et en considérant les quatre positions diagonales intermédiaires. La notion de distance est illustrée par une variation de volume. Plus la sortie est proche, plus son rendu est fort.

La musique d'ascenseur correspond à un assemblage de petites mélodies évoquant une guitare et qui sont jouées en continu et aléatoirement en appliquant les effets expliqués précédemment.

Une fois que la sortie est localisable, le level design doit prendre en compte la sonorisation des murs. Même avec la localisation de la sortie, l'exploration est hasardeuse si un mur barre le passage à l'avatar. Une bonne représentation de la position des murs n'est alors possible qu'en les mémorisant après les avoir cogné. Si les murs deviennent sonorisés, nous permettons au joueur de déplacer son avatar dans le labyrinthe sans le cogner (voir les illustrations 3.9, 3.10, 3.11 et 3.12). Dans ce jeu, un mur n'est audible que si l'avatar se trouve immédiatement à proximité (voir l'illustration 3.13). Nous voulons ainsi éviter de surcharger l'espace auditif du jeu par un trop grand nombre de signaux. Hormis cette différence, le principe de sonorisation des murs est le même que celui de la sortie.

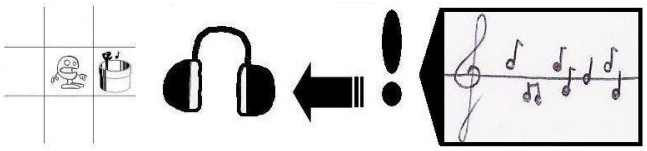


Illustration 3.9 : un mur situé à une case sur la droite du lutin émet une musique sur l'enceinte de droite.

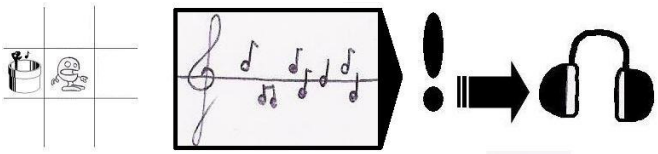


Illustration 3.10 : un obstacle localisé immédiatement sur sa gauche produira une musique sur l'enceinte de gauche.

Illustration 3.11 : un mur situé à une case en face de l'avatar joue une musique plutôt aigue.

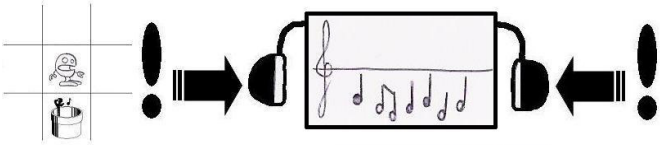


Illustration 3.12 : un obstacle situé une case plus bas que l'avatar déclenche une musique plutôt grave.

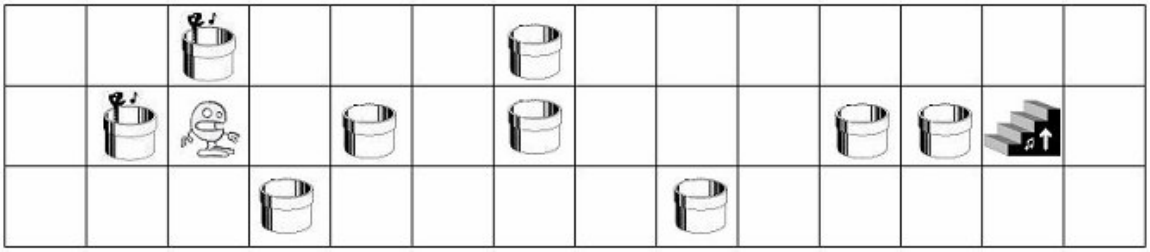
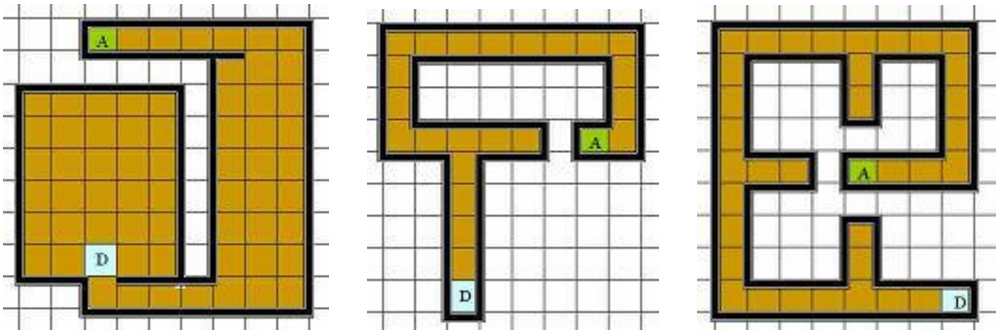


Illustration 3.13 : sur cette illustration, l'avatar, à gauche, doit rejoindre la sortie, à droite. Le joueur peut entendre la musique produite par la sortie si une distance de dix cases ou moins la sépare de l'avatar. Seuls les obstacles qui juxtaposent la position de l'avatar son audibles par le joueur. Le rendu de la sortie n'est pas modifié si des obstacles en barrent l'accès auprès de l'avatar.

Les musiques de murs correspondent à des ambiances de trente secondes, crées au synthétiseur. Une fois que les murs et la sortie sont sonorisés, l'architecture des niveaux peut progressivement se complexifier. Des murs peuvent s'interposer entre l'avatar et la sortie, l'obligeant à trouver au début une simple brèche puis par la suite à faire des détours de plus en

plus long. La distance à parcourir est, globalement, de plus en plus importante.
Dans les derniers niveaux, le joueur qui se dirige directement vers la source sonore indiquant la sortie se retrouve dans des impasses (voir les illustrations 3.14, 3.15 et 3.16).



Illustrations 3.14, 3.15 et 3.16 : Pour ces niveaux, si le joueur dirige son avatar (qui apparaît en « D ») directement là où il localise la sortie (en « A »), il le mènera dans des impasses.

La difficulté amenée par le level design ne doit pas toujours croître de façon régulière.
Une hausse de la difficulté en « dent de scie », est préférable à une élévation constante, car elle crée dans ce cas des moments de tension et de relâchement au cours d'une partie, diversifiant les sensations que peut éprouver le joueur en lui permettant aussi de se détendre en cours de partie.
Ce principe est d'autant plus important que la partie de jeu sonore risque d'être longue et dans ce cas le joueur peut avoir des baisses de concentration et des moments de fatigue auditive.
L'intégralité des niveaux est présentée en annexe.

1.1.7 Evolutions musicales de « Pyvox »

Les sonorités du jeu s'enrichissent au fur et à mesure de la progression dans le jeu :
Nous utilisons quatre types de bruitages de déplacement selon la direction empruntée par l'avatar, selon les mêmes déclinaisons que les rendus sonores de la sortie et des obstacles. Nous distinguons de la même façon quatre types de collision contre les murs selon la direction qu'a voulu emprunter l'avatar. Ainsi, la musicalité des jeux, en plus de reposer sur les petites mélodies présentées par la sortie et les murs, utilise aussi les bruitages rendant compte des activités de l'avatar en les déclinant de façon diversifiée.

De plus, en cours de jeu, les sonorités se renouvellent. Le panel de bruitages associé à la sortie s'étoffe d'une courte mélodie supplémentaire par niveau jusqu'au soixante dixième.
Les bruitages de murs sont renouvelés au rythme d'un par étage. Ainsi, tout les quatre niveaux, les musiques de murs sont totalement renouvelées (voir l'illustration 3.17).

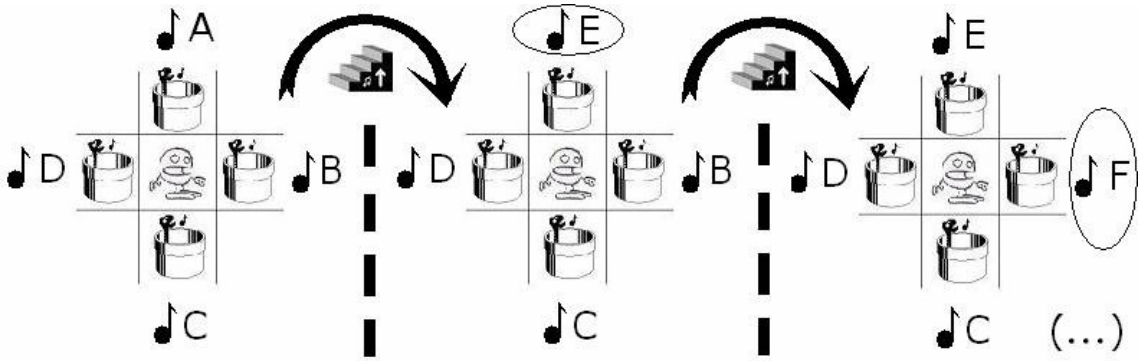


Illustration 3.17 : représentation de l'évolution musicale des murs sur trois niveaux. A chaque niveau, une seule musique produite par un mur est remplacée. De cette façon, le joueur a le temps d'assimiler l'évolution du paysage musical. L'évolution musicale fournit une motivation supplémentaire au joueur pour progresser.

Les bruitages de collisions sont tous renouvelés en une fois tous les dix niveaux, à partir du dixième étage.

Lorsque le joueur trouve la sortie d'un niveau, le joueur attend quelques secondes. L'avatar ne peut se déplacer mais pour créer de courtes pauses dans le déroulement du gameplay exploratoire, il peut rire, chantonner ou pousser des cris. Ces sonorités spéciales sont associées à chaque touche fléchée lors de ces phases de transition.

Un son de ce type est remplacé par un autre à chaque étage. Ce mécanisme n'a aucune incidence sur le gameplay mais il donne un peu plus de personnalité à l'avatar.
« Pyvox, musical maze » constitue une condition de référence pour étudier la validité du principe de communication non verbale et musicale selon un protocole que nous présentons dans le chapitre suivant.

1.2 Etude de la progression de joueurs déficients visuels selon que le système d'auto apprentissage soit explicite ou non.

1.2.1 Hypothèse générale

Des joueurs peuvent progresser dans un jeu sans aide explicite, c'est-à-dire sans qu'aucune instruction verbale ne soit donnée par le jeu ou par quiconque.

1.2.2 Objectif de l'étude

Nous voulons comparer la progression de joueurs qui essaient un jeu d'exploration en recevant une aide explicite langagière avec la progression de joueurs qui essaient le même jeu sans aide explicite. De cette façon, nous espérons tirer des enseignements sur la faisabilité d'un système d'auto apprentissage non langagier destiné aux jeux sonores accessibles et des indices sur la façon d'améliorer un tel système.

1.2.3 Population étudiée

Nous avons préféré une approche qualitative basée sur l'étude de quelques cas à une approche statistique basée sur l'étude d'un grand échantillon de personnes pour plusieurs raisons. Premièrement, il n'était pas possible de rassembler un panel suffisant de personnes aux caractéristiques suffisamment similaires pour qu'une étude statistique soit valide. De plus, nous ne cherchons pas généraliser les comportements de jeu observés dans le cadre de cette étude mais plutôt à comprendre les causes potentielles de ces comportements.

Les testeurs sélectionnés pour l'expérimentation sont dix personnes de quatorze à trente ans qui travaillent ou étudient dans l'Institut des Jeunes Aveugles de Toulouse (IJA). Ils sont tous familiarisés avec les jeux vidéo.

En revanche, ils ne connaissaient pas de jeux sonores accessibles, sauf un testeur qui connaissait alors un jeu de flipper accessible jouable sur PC.

Au delà de ces critères de sélection, nous voulons insister sur la diversité des profils des joueurs et des joueuses qui ont essayé le jeu. Pour chaque testeur, nous indiquons dans le tableau de résultats, son niveau de connaissance des jeux, son âge et son acuité visuelle. Chaque testeur ne fait qu'une seule partie sur une seule des deux déclinaisons du jeu, sans entraînement préalable.

1.2.4 Conditions de tests

Les tests se sont déroulés dans une salle des locaux de l'IJA. Lorsque la salle se trouvait vide,

un élève qui n'avait pas cours à ce moment était invité à venir essayer un jeu accessible. Un seul testeur à la fois était présent dans la salle. Les conditions d'évaluation étaient bonnes : l'environnement sonore était plutôt calme et les testeurs avait en général un temps suffisant pour essayer la maquette.

1.2.5 Matériel d'étude

Nous avons conçu un jeu d'exploration en reprenant le principe du jeu de labyrinthe. Nous avons nommé ce jeu de labyrinthe « Pyvox, musical maze ». Ce jeu intègre le prototype de notre système d'auto apprentissage non explicite que nous présentons dans le chapitre 1.1 de cette troisième partie. Toutefois, ce jeu a été conçu pour être joué avec des consignes verbales (explicites) qui sont présentées automatiquement au fur et à mesure de la progression du joueur.
Pour chaque labyrinthe, le joueur doit déplacer un avatar afin de trouver la sortie menant au labyrinthe suivant. Le système d'auto apprentissage de ce jeu repose sur plusieurs éléments.

- Le premier élément propose d'inclure un système d'aide à la localisation des touches qu'il convient d'utiliser.

- Le second élément concerne l'élévation très progressive de la difficulté. Le jeu se compose de soixante-dix niveaux qui se succèdent les uns à la suite des autres en présentant des architectures de labyrinthe de plus en plus complexes.

- Le troisième élément est lié à un maniement de l'avatar très simple. Le joueur ne doit utiliser que les quatre touches fléchées pour déplacer son avatar.

- Le quatrième élément consiste à présenter les informations sonores très progressivement au joueur. A partir du huitième niveau, la sortie émet de la musique en fonction de la position de l'avatar. De cette façon, le joueur qui parvient à comprendre la signification de cette musique peut se représenter la localisation de la sortie. A partir du douzième niveau, les murs qui se trouvent à proximité de l'avatar émettent eux aussi de la musique. Si le joueur comprend la signification de cette musique, il peut se représenter plus facilement la configuration des obstacles entourant son avatar et son activité d'exploration s'en trouve facilitée.

Avec ces quatre premiers éléments, la conception de notre système d'auto apprentissage repose sur des principes non langagiers et non explicites pour le joueur.

- Le cinquième élément est associé à l'utilisation de consignes langagières qui sont

données automatiquement au joueur au fur et à mesure de sa progression. Avec ses consignes, toutes les subtilités du jeu peuvent être expliquées mais nous avons décrit les limites de cette approche. Avec ce protocole, nous cherchons à savoir à quel point ce cinquième élément est essentiel pour la constitution d'un système d'auto apprentissage.

1.2.6 Instructions

Pour chacune des personnes testant le jeu, nous donnons les informations suivantes :
Ils vont essayer un jeu dont les règles jeu ne leur seront pas expliquées. Ils peuvent jouer aussi longtemps qu'ils le désirent (ce qui n'était pas, dans les faits, toujours le cas). Ils peuvent abandonner le jeu quand ils veulent mais ils ne pourront pas rejouer.
Ils peuvent ajuster le volume sonore avec une molette qui est indiquée par l'expérimentateur.
L'expérimentateur s'assure que les personnes comprennent et maîtrisent le fonctionnement de la molette permettant de régler le volume sonore. L'expérimentateur démarre alors le jeu et laisse les personnes jouer jusqu'à ce qu'elles souhaitent arrêter.
L'expérimentation s'étant déroulée dans une école et non dans un laboratoire, des parties ont pu être interrompues à cause d'évènements extérieurs : c'est pourquoi nous mentionnons si les testeurs mettent fin à leur partie de leur plein gré ou non.

1.2.7 Variables indépendantes de l'individu

Nous avons décliné notre jeu d'exploration selon deux versions : une avec des instructions langagières incorporées qui sont présentées au joueur automatiquement au fur et à mesure de sa progression (condition verbale) et une sans ces instructions (condition non verbale).

1.2.8 Variables dépendantes de l'individu

Le jeu décompte automatiquement en différentes catégories des interactions réalisées par le joueur.
Les interactions sur les touches fléchées (Touches fléchées), avec deux sous catégories :

- Les instructions qui permettent de déplacer l'avatar (Déplacements).

- Celles qui produisent une collision entre l'avatar et un obstacle (Collisions). Enfin, nous comptons les interactions sur les touches du clavier autres que celles du pavé fléché (Mauvaises touches).

Le calcul de ces interactions nous permet de construire deux indicateurs, que nous présentons

sous forme de pourcentage arrondi et sans décimale.
Le premier nommé « efficacité des bonnes touches » est le pourcentage d'utilisation des touches du pavé fléché parmi toutes celles présentes sur le clavier, selon la formule suivante :

Touches fléchées / (Touches fléchées + Mauvaises touches) * 100

Le second indicateur, l' « efficience des déplacements », nous donne un aperçu de la compréhension qu'a le joueur des principes d'exploration proposés par ce jeu en nous montrant si le joueur arrive à déplacer son avatar sans trop le cogner contre les murs.
Il est construit selon la formule suivante :

Déplacements / (Déplacements + Collisions) * 100

Pour donner une indication de l'intérêt ressentit par le joueur vis-à-vis du jeu, nous mesurons le temps que dure chaque partie. Finalement à la fin du jeu, nous demandons au joueur de nous raconter ce qu'il a compris des règles. Nous évaluons la compréhension des règles comme étant « très bonne » quand les principes de déplacement de l'avatar, de localisation de la sortie et de localisation des murs sont correctement décrits. Nous qualifions cette compréhension de « bonne » lorsque seule la description d'un de ces trois principes de jeu est erronée. Enfin, nous parlons de « mauvaise compréhension » lorsque le sujet ne parvient pas a expliquer au moins deux des trois principes mentionnés.

1.2.9 Problématique opérationnelle

Est-ce qu'il y a des différences de progression entre deux groupes de personnes déficientes visuelles jouant à deux versions du même jeu dont l'une exclut l'aide explicite ?

1.2.10 Hypothèse opérationnelle

Nous faisons l'hypothèse qu'il n'y aura pas de différence notable de progression entre les deux groupes.

1.2.11 Résultats

Dans la condition verbale, le plus haut niveau atteint en fin de partie est le vingt-neuvième. Une partie s'est terminée au premier niveau. Les principaux résultats sont reportés dans le tableau suivant (tableau 3.1).

N°	Joueurs	Condition expérimentale	Connaissance du jeu	Niveau atteint (débute à 0)	Durée de la partie (en minutes)	Cause de la fin de la partie	Efficacité d'utilisation des bonnes touches	Efficience des déplacements	Compréhension des règles du jeu
1	Femme de 22 ans, aveugle	Verbale	Joue essentiellement à "Tekken 3"	26	20	Cause extérieure	98%	83%	Très bonne
2	Femme de 19 ans, aveugle	Verbale	Bonnes connaissances des jeux vidéo mais pas des jeux sonores	29	27	Fin de partie désirée par la joueuse	98%	68%	Bonne, mais ne reconnaît pas la musique produite par la sortie
3	Garçon de 15 ans, déficient visuel	Verbale	Connaissances des "Final fantasy", de "elder scrolls"…	37	41	Fin de partie désirée par la joueuse	99%	65%	Très bonne
4	Femme de 20 ans, aveugle	Verbale	Joue essentiellement à des jeux de combat	55	128	Cause extérieure	98%	78%	Très bonne
5	Homme de 18 ans, déficient visuel	Verbale	Bonnes connaissances des jeux vidéo	41	62	Cause extérieure	99%	67%	Très bonne
6	Garçon de 16 ans, déficient visuel	Non verbale	Bonnes connaissances des jeux vidéo	5	4	Fin de partie désirée par le joueur	46%	38%	Mauvaise, mais identifie un dormeur qu'il peut réveiller
7	Femme de 30 ans, aveugle	Non verbale	Joue à "Trivial pursuit" sur PC	29	22	Cause extérieure	93%	58%	Bonne, mais pensait se perdre en remontant aux niveaux antérieurs
8	Garçon de 13 ans, aveugle	Non verbale	Joue régulièrement à des jeux vidéo depuis un an	10	10	Fin de partie désirée par le joueur	59%	51%	Mauvaise, mais identifie un personnage en train de dormir
9	Garçon de 10 ans, déficient visuel	Non verbale	Joueur novice et enthousiaste de jeux vidéo	1	2	Fin de partie désirée par le joueur	3%	100%	Mauvaise, mais identifie un personnage en train de dormir
10	Garçon de 14 ans déficient visuel	Non verbale	Joue essentiellement à des jeux vidéo de flipper.	29	40	Fin de partie désirée par le joueur	90%	56%	Bonne

Tableau 3.1 : résultats de notre étude comparative testant l'efficacité d'un système d'auto apprentissage non verbale par rapport à celle d'un système d'auto apprentissage verbale.

1.2.12 Interprétations des résultats

Les cinq premiers testeurs servent de référence. Le jeu qui incorpore des instructions est globalement très bien compris. Le jeu est pris en main de façon satisfaisante et des joueurs peuvent y jouer sans aide extérieure. Il ne leur est pas nécessaire de lire un manuel.
De façon générale, nous concluons que tous les joueurs de ce groupe parviennent à progresser.

Etudions maintenant les parties des testeurs qui ont essayé le jeu sans instructions linguistiques. Nous notons tout d'abord des difficultés pour débuter la partie sans instructions: quelles touches doivent être utilisées? Quel est le but du jeu? Que faut-il faire? Ces questions n'ont pas de réponse explicite dans la version sans instructions langagières incluses.
Ces questions se traduisent par une efficacité d'utilisation des bonnes touches par les testeurs de la condition non verbale toujours inférieure à celle des testeurs de la condition verbale.
Cependant, nous notons aussi que tous ces joueurs sont suffisamment motivés au cours de leur premier contact avec le jeu pour explorer le clavier jusqu'à ce qu'ils trouvent les touches

adéquates pour vraiment débuter la partie.
Le premier élément constituant notre système d'auto apprentissage non explicite, c'est-à-dire le système d'aide à la localisation des bonnes touches à utiliser, semble fonctionner correctement.
Au cours de ce premier contact, le jeu est plutôt abordé comme une sorte de casse-tête sonore. Le jeu n'a pas beaucoup intéressé le neuvième (et le plus jeune) testeur. Il est intéressant de noter qu'il a su trouver très rapidement les bonnes touches. Il a par conséquent résolut le casse tête posé en situation de départ. Il a alors abordé le premier niveau du labyrinthe, qui présente une architecture très simple (voir l'illustration 3.18). Ce joueur ne l'a pourtant pas franchi.

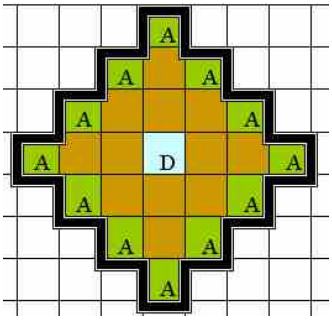


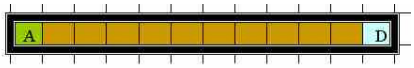
Illustration 3.18 : représentation graphique du premier niveau du jeu. L'avatar apparaît sur la case centrale marquée d'un « D » (pour départ). Il doit rejoindre l'une des cases de sortie marquées d'un « A » (pour arrivée). Trois déplacements peuvent suffire pour franchir ce niveau. Le testeur n° 9 y est pourtant resté bloqué. A d'autres occasions, nous avons rencontrés des joueurs qui peuvent se perdre dans ce type d'architecture en faisant faire à l'avatar de courts mouvements de va et vient jusqu'à ce que, en l'absence de progression notable, le jeu soit abandonné.

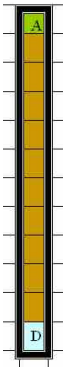
L'architecture de ce niveau doit être considéré comme étant déjà trop compliqué (et nous avons effectivement observé d'autres testeurs qui pouvaient s'y perdre). Le design sonore ne s'est pas non plus révélé assez séduisant pour ce joueur.

La progression du sixième joueur est meilleure mais pas de beaucoup. Le jeu a pu être correctement démarré (le cinquième niveau a été atteint). Pour ce joueur, le jeu a cependant échoué à renouveler rapidement son intérêt. Pour ce testeur également, nous pensons qu'un design sonore plus évocateur améliorerait le déroulement de la partie.

D'un point de vue général, les testeurs numéro neuf et six n'ont pas réussi à progresser. Ce résultat infirme notre hypothèse de départ. Il y a des différences notables entre le groupe qui joue à la version présentant des consignes langagières et le groupe qui joue sur la version sans aide explicite.

La partie du huitième testeur s'est mieux déroulée. Le jeu a maintenu un intérêt pendant dix minutes durant lesquelles ses dix premiers niveaux ont été explorés. Nous pensons qu'il faudrait, lors de ce dixième niveau, adoucir l'élévation de la difficulté du jeu et apporter un meilleur renouvellement de design sonore.
Toutefois, le niveau atteint n'est que le dixième et l'architecture de ce dernier n'a pas encore grand-chose à voir avec un labyrinthe puisqu'il s'agit encore d'un corridor rectiligne (voir les illustrations 3.19 et 3.20).

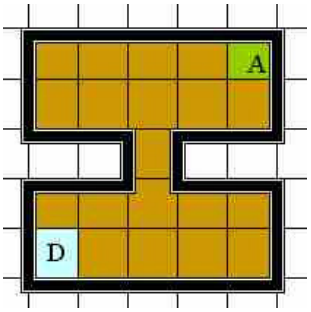


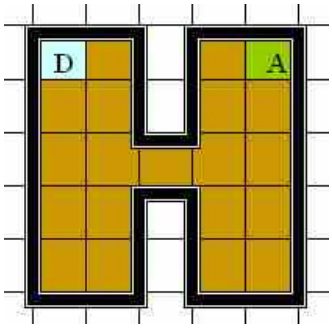


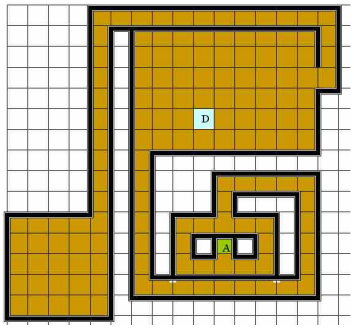
Illustrations 3.19 et 3.20 : les niveaux neuf et dix. Le premier a été franchi par le huitième testeur. Ce n'est pas le cas pour le niveau suivant. L'avatar apparaît dans la case D et doit sortir par la case A. Les niveaux quatre, cinq, six, sept et huit présentent le même type d'architecture : des couloirs rectiligne de plus en plus long. Le huitième testeur est donc parvenu à déplacer l'avatar mais pas à localiser la sortie en fonction de la musique qu'elle produit.

Ce résultat élève à trois sur cinq le nombre de mauvaises progressions observées dans la condition non verbale et tend à infirmer encore d'avantage notre hypothèse de départ.

Le déroulement des parties des testeurs sept et dix nous semble de prime abord satisfaisant, avec une bonne progression jusqu'au niveau vingt-neuf (voir les illustrations 3.21, 3.22 et 3.23).







Illustrations 3.21, 3.22 et 3.23 : les niveaux vingt-sept, vingt-huit et vingt-neuf. L'avatar apparaît dans la case D et doit sortir par la case A. Les deux premiers en forme de « H » ont été franchit avec

succès par les testeurs sept et dix. Ce n'est pas le cas avec le niveau suivant.

Les labyrinthes en forme de « H » peuvent sembler triviaux à résoudre si on les aborde de façon visuelle. En les considérant de façon sonore, ils se révèlent bien plus compliqués et peuvent s'apparenter pour le joueur perdu à une succession d'impasses. Pour les franchir, les joueurs doivent trouver le chemin qui relie les deux barres du « H ». La localisation de ce chemin est facilitée pour le joueur qui sait localiser les obstacles selon leur rendu sonore. Les niveaux vingt, vingt-et-un et vingt-deux présentent aussi cette architecture en forme de « H ». Nous pensions que les testeurs qui auraient franchi cinq niveaux en forme de « H » auraient assimilé ce principe de reconnaissance auditive des obstacles et que nous pourrions passer à des architectures de niveaux beaucoup plus complexes. Ce fut une erreur, le niveau vingt-neuf est beaucoup trop difficile. Sur les dix joueurs qui ont testé le jeu, trois arrêtent leur partie à ce niveau. Aucun des joueurs de la condition non verbale n'est parvenu à le franchir. Plusieurs niveaux devraient servir de transition entre les niveaux numéro vingt-huit et vingt-neuf. Dans la version finale, ce niveau est devenu le soixante-troisième du jeu.

L'efficience de déplacement des joueurs sept et dix est moins bonne que celles des cinq testeurs de la condition verbale. Ces deux joueurs ont cogné beaucoup plus souvent leur avatar contre des obstacles que ne l'ont fait les joueurs de la condition verbale. Le principe de localisation des obstacles selon leur rendu sonore n'a pas été compris.
Arrivés en fin de partie, la compréhension de règles du jeu de ces deux joueurs reste inférieure à celle de quatre des cinq joueurs de la condition verbale.
Cela signifie aussi que la partie a été interrompue avant que le système d'auto apprentissage n'ait pu communiquer à ces deux joueurs l'ensemble des règles du jeu.
Dans la seconde partie de cette thèse, nous expliquons que la compréhension des règles du jeu n'est pas un impératif pour permettre au joueur de progresser. Cependant, nous attendons d'un système d'auto apprentissage qu'il puisse communiquer ces règles en cours de partie. C'est pourquoi nous considérons que ce système d'auto apprentissage n'a pas fonctionné comme nous l'espérions. Pour un des deux meilleurs joueurs de la condition verbale, la partie a été interrompue volontairement : dans ce cas, l'efficacité du système d'auto apprentissage peut être clairement mise en cause. Pour l'autre joueur, la fin de partie est due à une cause extérieure. Nous pouvons espérer que sans cette interruption, le système aurait pu communiquer la totalité des règles mais rien ne nous permet de l'affirmer.

Nous remarquons enfin que ces deux testeurs de la condition non verbale se démarquent par la durée de leur partie. La progression la plus rapide a été réalisée par une personne adulte tandis que les autres testeurs de ce groupe sont des enfants ou des adolescents. Nous rappelons que la moins bonne progression de la condition expérimentale « non verbale » a été réalisé par le

plus jeune testeur (dix ans). Nous nous demandons si l'âge peut être un facteur qui détermine l'efficacité d'un système d'auto apprentissage non explicite.

1.2.13 Conclusion de ce protocole

Notre hypothèse de départ n'est pas validée. Tous les joueurs de la condition verbale progressent tandis que trois joueurs de la condition non verbale ne progressent pas. Cependant, les deux joueurs restants de ce groupe parviennent à progresser. Le système d'auto apprentissage sous sa forme non explicite échoue cependant à leur communiquer l'ensemble des règles du jeu. Cette progression nous amène à considérer que la réalisation de système d'auto apprentissage dans un jeu sonore accessible est possible mais reste perfectible sur deux niveaux.
Premièrement, plus de personnes doivent pouvoir progresser avec un système d'auto apprentissage non explicite. Nous observons une progression encourageante pour deux testeurs sur cinq dans le groupe non verbale. Cette proportion doit pouvoir être améliorée.

Deuxièmement, il devrait être possible de progresser plus loin et d'apprendre d'avantage d'information. Le franchissement de niveaux présentant plusieurs impasses, comme ceux qui présentent une architecture en « H », sont les premiers à ressembler des labyrinthes. Si de tels niveaux ne se complexifient pas trop rapidement, il devrait être possible pour les joueurs d'assimiler l'ensemble des règles du jeu sans aide explicite.

Troisièmement, il conviendrait de mieux comprendre quels types d'utilisateurs sont les plus susceptibles de bien prendre en main un système d'auto apprentissage non explicite. Concernant ce dernier point, nous nous intéressons en particulier à l'âge.

2 Améliorations du système d'auto apprentissage non explicite

2.1 Un jeu sans langage: « Pyvox 2, more musical mazes »

« Pyvox 2 » se passe d'instructions langagières. Nous favorisons la mise en place d'une attitude contemplative de la part du joueur en utilisant des mécanismes d'exploration plutôt que de synchronisation. Avec ce jeu, nous voulons revenir sur une configuration matérielle standard et partons de l'environnement de travail offert par « Pyvox 1 ».

2.1.1 Reprise du système de casse tête pour trouver les bonnes touches

En début de partie, lorsqu'une personne découvre un nouveau jeu, elle va nécessairement se poser la question des touches à utiliser sur le clavier. Si la personne est familiarisée avec les

jeux sonores, elle aura le réflexe d'essayer les touches fléchées, la touche espace et la touche entrée. Si ce n'est pas le cas, elle risque de se sentir perdue, de bloquer puis de rejeter le jeu. C'est pour cela que le système d'aide à la localisation des touches, déjà présent dans le « Pyvox 1 », peut s'avérer particulièrement utile dans un contexte de découverte du jeu sans aide verbale explicite.

Ce système permet d'encourager l'interaction pendant un certain temps en confrontant le joueur à un défi de type casse tête.

Nous avons modifié le rendu sonore en mêlant aux bruits de ronflement une petite mélodie qui rend plus agréable l'écoute des informations sonores présentées à ce stade.

Les sonorités déclenchées à l'occasion des pressions sur les touches sont aussi plus mélodiques de façon à ce que le joueur puisse passer un moment plus agréable et au besoin, plus long, lors de cette première étape de découverte du jeu.

2.1.2 Evolution de l'environnement de « Pyvox 2 »

Comme pour « Pyvox, musical maze », « Pyvox 2 » propose une courbe de difficulté très progressive. Le joueur, qui a déjà utilisé les touches fléchées, n'a plus d'intérêt à revenir vers les autres touches, qui sont devenu silencieuses.

Chaque pression permet à l'avatar de se déplacer sur une grille, comme pour « Pyvox ». Le bruitage de déplacement de ce jeu est plus musical dans « Pyvox 2 » et dépend de la position d'arrivée.

Ainsi, contrairement à « Pyvox 1 » où chaque déplacement produit le même rendu, cette fois chaque déplacement produit un rendu légèrement différent. Nous espérons ainsi d'avantage stimuler la curiosité du joueur par ce qu'il entend lorsqu'il interagit.

Il n'est pas nécessaire à ce stade que le joueur comprenne qu'il dirige un avatar. Le déplacement musical de l'avatar doit fournir assez de plaisir au joueur pour encourager son utilisation des touches fléchées. Les premiers niveaux ne comportent pas de murs. Le joueur peut ainsi progresser dans les premiers niveaux très facilement (voir l'illustration 3.24).

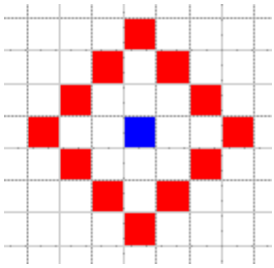
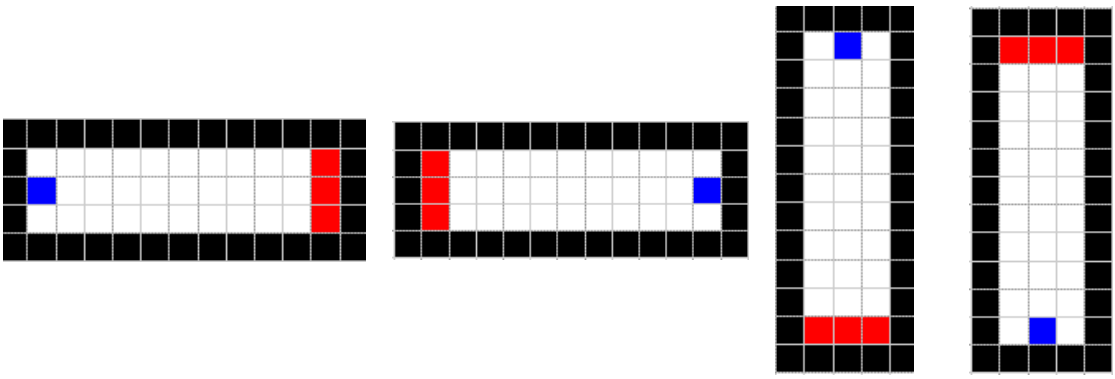


Illustration 3.24 : le premier niveau, sans mur, de « Pyvox 2 »

Dans un premier temps, les transitions entre les différents niveaux sont illustrées par des sons différents. Nous avons utilisé cette fois des sonorités que nous voulions plutôt évocatrices que

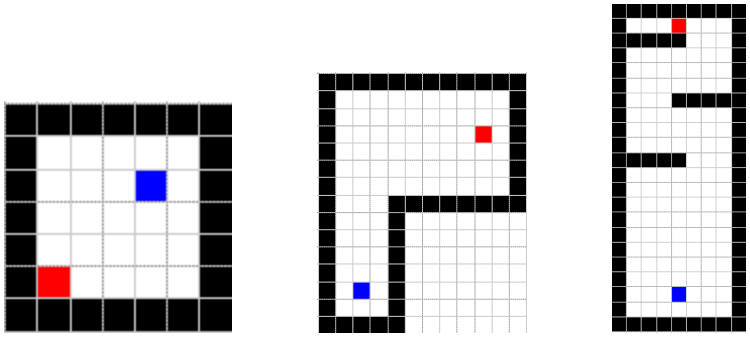
musicales. Des bruits de déplacement produits par quelqu'un, successivement sur un sol métallique, dans un escalier, un ascenseur…
Nous voulons renforcer l'idée que l'avatar est humanoïde, qu'il peut se déplacer et qu'il franchit des passages successifs dans son environnement.
Nous avons aussi voulut améliorer la gratification apportée au joueur lorsque son avatar rencontre une sortie : des cascades d'applaudissements se déclenchent, des ovations : le joueur doit ressentir de très forts encouragements lorsqu'il parvient à franchir ces premiers niveaux.
Nous introduisons dans les niveaux suivants les premiers murs. La pression des touches fléchées peut avoir alors deux conséquences : soit des bruitages associés au déplacement (au rendu changeant selon la position de l'avatar), soit un « bruitage de collision » (dépendant de la touche utilisée), au rendu toujours identique (mais pouvant changer d'un niveau à l'autre) (voir les illustrations 3.25, 3.26, 3.27 et 3.28).
Par rapport à « Pyvox 1 », nous avons élargi la taille des couloirs de façon à rendre l'environnement moins « claustrophobique ». L'avatar n'est pas complètement ceinturé par des murs et il conserve une petite marge de liberté dans plusieurs directions. Les sorties occupent toutes la largeur des couloirs afin de faciliter le passage au niveau suivant une fois que le bout du couloir a été atteint.



Illustrations 3.25, 3.26, 3.27 et 3.28 : les premiers niveaux avec des murs de « Pyvox 2 ». L'avatar démarre toujours du point bleu et doit atteindre la sortie ici représentée en rouge. Par rapport à « Pyvox 1 », nous avons élargi les couloirs et la zone couverte par la sortie de façon à rendre le lieu à explorer moins étouffant pour le joueur.

La sortie est illustrée par une musique dont les principes de localisation n'ont pas changé depuis « Pyvox 1 ». Nous sonorisons ensuite les murs. Les sonorités employées sont d'abord monotones et plutôt agressives. Nous voulons que les joueurs aient bien plus de plaisir à se diriger vers la sortie en évitant les zones produisant ces sons. Dans « Pyvox 1 », nous avons utilisé des sonorités pour illustrer la présence de murs que nous voulions plutôt agréable mais nous courrons alors le risque que le joueur préfère la compagnie des murs à celle de la sortie

et qu'en conséquence, il ne parvienne plus à progresser, qu'il se lasse et qu'il abandonne le jeu.
Puis, nous complexifions progressivement le level design (voir les illustrations 3.29, 3.30 et 3.31).



Illustrations 3.29, 3.30 et 3.31 : Représentation graphique des niveaux sept, neuf et douze de « Pyvox 2 » où l'avatar doit faire de premiers détours

A ce stade, nous espérons que le joueur se soit suffisamment familiarisé avec les mécanismes d'exploration pour en comprendre les rudiments. Nous changeons alors le rendu des murs pour leur donner une dimension à la fois plus musicale et agréable. A chaque direction où peut se trouver un mur correspond un type de rythmique. Des cymbales lorsqu'un mur se trouve en haut de l'avatar. Des caisses claires pour les murs se situant à gauche ou à droite, avec un rendu plus lent et plus de résonance pour cette dernière direction. Des grosses caisses ou des percussions au rendu particulièrement grave accompagne la présence de mur juste en bas de l'avatar. Ces rythmiques peuvent se combiner entre elles au gré des possibilités de déplacement offertes par le level design.

Au fur et à mesure de la progression du joueur dans les différents niveaux, les rythmiques illustrant la présence de murs s'enrichissent de nouveaux instruments. Le rendu global tente de rester cohérant et de ne pas se mélanger aux autres familles d'instruments.
Le level design se complexifie d'avantage que dans le jeu « Pyvox 1 ». De plus, nous introduisons un principe de temps limité. Le défi proposé par « Pyvox 2 » est bien plus difficile que celui du précédent jeu.

A l'occasion d'un second protocole d'étude, nous voulons être plus particulièrement attentif aux réactions d'un certain public, celui des jeunes joueurs déficients visuels. Nous voulons mieux appréhender leurs réactions face au processus de communication non langagier présenté par « Pyvox 2 ». Ce protocole est abordé dans le chapitre suivant.

2.2 Etude de l'efficacité d'un système d'auto apprentissage non explicite selon l'âge des joueurs

2.2.1 Hypothèse générale

Nous posons trois hypothèses.
En premier lieu et dans le cadre d'un jeu de labyrinthe, un système d'auto apprentissage non explicite permet à la majorité des joueurs qui l'essaient de franchir des niveaux relativement simples mais présentant plusieurs impasses.

En second lieu, un tel système d'auto apprentissage permet à quelques joueurs de progresser dans des niveaux à l'architecture plus complexe mêlant impasses et détours.

Enfin, un jeu sonore présentant un système d'auto apprentissage non explicite est d'avantage susceptible d'être correctement pris en main par une population de jeunes adultes que par des adolescents.

2.2.2 Objectif de l'étude

Nous voulons d'abord connaître dans quelle mesure nous pouvons améliorer l'efficacité d'un système d'auto apprentissage non explicite utilisé dans le cadre de la découverte d'un jeu de labyrinthe.
Nous voulons ensuite savoir si l'âge est un facteur qui peut influer sur l'efficacité d'un système d'auto apprentissage non explicite de jeu sonore accessible.

2.2.3 Population étudiée

Les testeurs sélectionnés pour l'expérience sont deux groupes d'adolescents mal ou non-voyants qui ont participés à l' International Camp on Communication & Computers 2007 (ICC) dans l'Institut Arla (Espoo, Finlande). L'ICC est un camp de vacances spécialisé conçu pour recevoir chaque année pendant l'été des adolescents non ou malvoyants venant des différents pays européens. Ces adolescents peuvent choisir les activités qui leur conviennent le plus parmi un vaste choix d'ateliers. Le lieu et la structure d'accueil changent chaque année. Pendant la première semaine de l'ICC, les adolescents présents ont entre quinze et dix-sept ans. Pendant la deuxième semaine, les groupes changent et les jeunes ont entre dix-huit à vingt-deux ans.
Nous n'avons pu réunir que vingt-trois testeurs pour ce protocole. Il ne nous est par conséquent pas possible d'appliquer des méthodes statistiques qui nous permettraient de généraliser les résultats observés. Cette fois encore, nous nous appliquerons à aborder les observations selon une approche qualitative.

2.2.4 Conditions de tests

Les tests ont étés réalisés au cours d'ateliers portants sur la présentation de jeux sonores accessibles. Lors de ces ateliers, les joueurs avaient environ trois heures pour essayer plus d'une douzaine de jeux. La majorité des testeurs souhaitaient donc faire des parties plutôt courtes de façon à pouvoir essayer tous les jeux présentés. Voici les jeux qui ont été présentés lors de ces ateliers: «Terraformers », « Shade of Doom », « Sonic Zoom », « Sarah in the Castle of Witchcraft and Wizardry », « Super Egg Hunt », « Mudsplat », « Super Liam », « Pyvox Musical Maze », « Tampokme », « Chrono Mouse », « Descent into Madness », « Top Speed 2 » et enfin, le jeu que nous testons dans le cadre de ce protocole, « Pyvox 2 ». Cependant, tous ces jeux n'ont pas pu être présentés dans le même temps, en raison de problèmes de reconfiguration d'ordinateurs.

Les conditions de déroulement des ateliers n'ont pas rendu possible la mise en place d'une étude préliminaire pour savoir par exemple à quel point les différents testeurs étaient familiarisés avec les jeux sonores. L'absence de cette information en particulier constitue un biais expérimental qui limite la portée des observations effectuées au cours de cette expérience. Les joueurs étaient là pour mieux connaître les jeux sonores et beaucoup d'entre eux, au contraire de « Pyvox 2 », ne sont pas sensés pouvoir se prendre en main sans explications ou aides extérieures. Nous avons souvent dû expliquer leur gameplay pour rendre le démarrage de la partie possible.

Par ailleurs, l'environnement sonore était calme car chaque joueur essayait les jeux sonores en utilisant un casque stéréo. Les conditions de tests étaient donc bonnes mais les testeurs de ce protocole avaient globalement moins de temps pour essayer le matériel d'étude que ceux du protocole précédent. Ces durées des tests plus réduites et combinées au fait que le matériel d'étude a évolué depuis le précédent protocole rend impossible les comparaisons entre ces deux études.

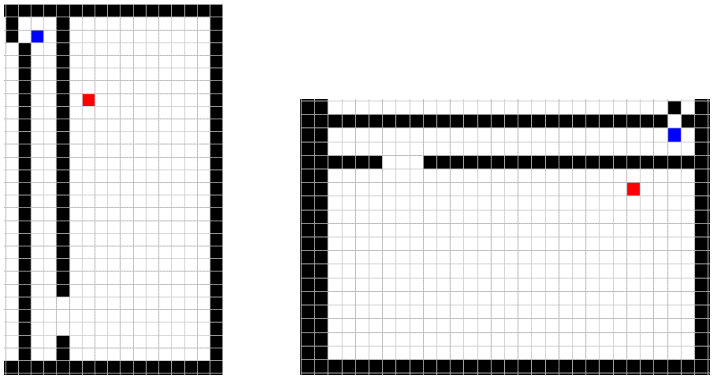
2.2.5 Matériel d'étude

Nous utilisons à nouveau un jeu de labyrinthe. Le système d'auto apprentissage est non explicite et basé sur les mêmes principes que ceux exposés dans le protocole précédent. Nous avons tâché de rendre plus progressive l'élévation de la difficulté en retravaillant l'architecture des différents labyrinthes. Nous avons aussi retravaillé les sonorités présentées au cours du jeu. Nous avons intitulé ce jeu « Pyvox 2, more musical mazes ».

Nous n'avons pas décliné le jeu en une version présentant des consignes langagières afin de recueillir un plus grand nombre de données sur le système d'auto apprentissage non explicite.

Nous avons inclus à nouveau dans ce jeu de labyrinthe des niveaux présentant plusieurs

impasses. Nous considérons que les joueurs qui parviendront à les franchir auront probablement compris qu'il s'agit d'un jeu de labyrinthe.
Le premier de ces « niveaux à impasses » est le quinzième parmi les soixante-dix que comporte le jeu (voir les illustrations 3.32 et 3.33).



Illustrations 3.32 et 3.33 : Les quinzième et seizième niveaux. L'avatar apparaît dans la case bleue. La sortie correspond à la case rouge. Ces deux niveaux sont des adaptations des niveaux en « H » présentés au cours du protocole précédent. La première barre du « H » comporte deux impasses. Le passage menant à la « seconde barre » est élargi ainsi que la « seconde barre elle-même ».

Nous définissons aussi des niveaux à l'architecture plus complexe, en particulier les dix-huitième et dix-neuvième niveaux (voir les illustrations 3.34 et 3.35).

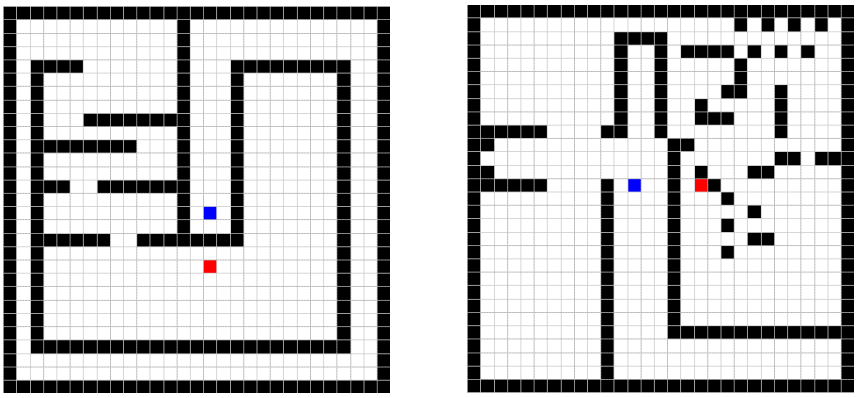


Illustration 3.34 et 3.35 : les dix-huitième et dix-neuvième niveaux. L'avatar apparaît dans la case bleue. La sortie correspond à la case rouge. Le premier s'apparente principalement à un long chemin sinueux qui se termine par une structure en « H » renversé. Le second présente un grand nombre de fausse route et le passage menant à la sortie est étroit. Nous pensons que les joueurs qui parviendront à passer ces niveaux auront comprit l'intégralité des principes de jeu, y comprit le principe de localisation sonore des obstacles.

2.2.6 Instructions

Dans cette étude, nous donnons à chacun des testeurs les informations suivantes :
Ils vont essayer un jeu dont les principes ne sont pas expliqués. Ils peuvent jouer autant qu'ils le souhaitent, dans la fourchette de temps prévue par l'atelier. Ils peuvent abandonner le jeu quand ils le veulent mais ils ne pourront le reprendre ensuite. Ils peuvent régler le volume sonore à l'aide de la molette de contrôle indiquée par l'expérimentateur. Cette molette est testée par les joueurs. L'expérimentateur démarre ensuite le jeu et laisse les joueurs jusqu'à ce qu'ils souhaitent arrêter. Il n'y a pas d'entraînement préalable.

2.2.7 Variable indépendante de l'utilisateur

Nous comptons la durée de chaque partie et considérons le dernier niveau atteint par chacun des joueurs.

2.2.8 Variable dépendante de l'utilisateur

Nous avons testé une unique version de notre jeu mais considérons séparément les groupes de testeurs selon qu'ils étaient présents lors de la première ou la seconde semaine de l'ICC.
Nous avons donc deux situations expérimentales :
« c1 » désigne les situations de tests avec des personnes mal on non voyantes qui ont entre quinze et dix-sept ans, présentes lors de la première semaine de la ICC07. Malheureusement, nous n'avons que sept testeurs pour cette première semaine. Les ateliers ne se produisent pas tous les jours, et la préparation des ordinateurs pour l'ICC a pris du temps.
« c2 » désigne les situations de tests avec les personnes mal ou non voyantes présentes lors de la deuxième semaine de la ICC07. Ces testeurs ont entre dix-sept et vingt deux ans. Nous avons recueilli les données de seize parties au cours de cette deuxième semaine.

2.2.9 Problématique opérationnelle

Est-ce que plus de la moitié de nos testeurs parviennent, dès la première tentative, à franchir le premier niveau présentant deux impasses, c'est-à-dire le quinzième niveau de notre matériel d'étude ?

Est-ce que le système d'auto apprentissage non explicite permet à des testeurs de franchir dès la première tentative des niveaux complexes tels le dix-huitième ou le dix-neuvième niveau de notre matériel d'étude ?

Est-ce qu'il y a des différences de progression entre deux groupes de joueurs déficients visuels, jouant à un même jeu sans aide explicite, ayant respectivement entre quinze et dix-

sept ans ou entre dix-sept et vingt-deux ans ?

2.2.10 Hypothèse opérationnelle

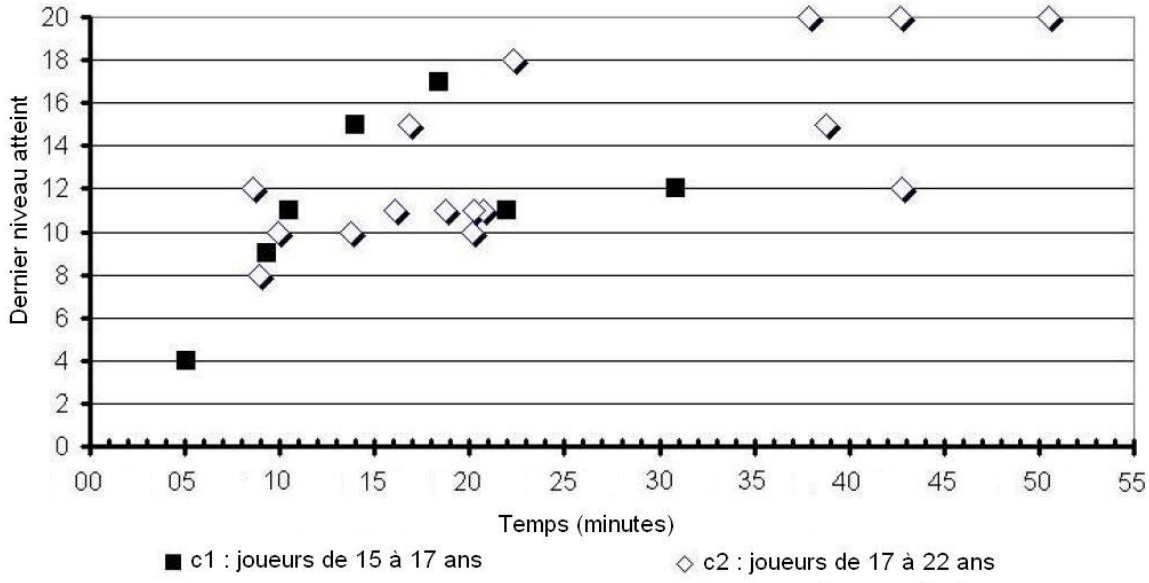
Au moins douze testeurs sur les vingt-trois que compte ce protocole parviennent à franchir le quinzième niveau.

Un ou plusieurs testeurs parviennent à franchir le dix-neuvième niveau.

Le groupe de joueurs ayant entre dix-sept et vingt deux ans progresse plus loin dans les niveaux de jeu et en moins de temps que le groupe de joueurs ayant entre quinze et dix-sept ans.

2.2.11 Résultats

Les résultats sont reportés sous forme de graphique (voir le graphique 3.1).



Graphique 3.1 : principaux résultats des deux groupes de testeurs

A un niveau général, nous remarquons d'une part que tous les joueurs ont joués plus de cinq minutes et d'autre part que tous les testeurs ont réussi à passer les trois premiers niveaux.

Concernant les progressions de partie, nous constatons que six testeurs arrêtent leur partie lors de l'exploration du onzième niveau.
Seuls onze joueurs sur les vingt trois testés sont parvenus à le franchir ; trois du groupe c1

(sur les sept testeurs de ce groupe, soit prêt de la moitié) et huit testeurs du groupe c2 (sur les seize de ce groupe soit exactement la moitié).
Seuls cinq joueurs sont parvenus à franchir le quinzième niveau, c'est-à-dire le premier à comporter plusieurs impasses. Quatre de ces joueurs sont du groupe c2.

Les quatre joueurs qui ont atteint les niveaux les plus élevés sont tous du groupe c2.
Trois de ces joueurs ont atteint le vingtième niveau.

A propos de la durée des tests, nous observons que les parties de la majorité des testeurs (seize joueurs sur vingt trois) ont durées entre huit et vingt quatre minutes. Six joueurs ont joué plus de trente minutes. Parmi ceux-ci, les cinq joueurs les plus persévérants sont tous du groupe c2.

2.2.12 Interprétation des résultats

A un niveau général, nous constatons que tous les testeurs ont réussi à manipuler l'avatar. Le système d'auto apprentissage propose en début de partie un sous système d'aide à la localisation des touches fléchées afin de déplacer l'avatar. Ce système semble correctement fonctionner.
Tous les testeurs sont parvenus à franchir le troisième niveau (voir l'illustration 3.36). Cela ne signifie pas qu'ils comprennent à ce stade qu'ils jouent à un jeu de labyrinthe mais nous pouvons affirmer avec ce résultat que le système d'auto apprentissage évalué dans ce protocole permet d'initier un début de progression.

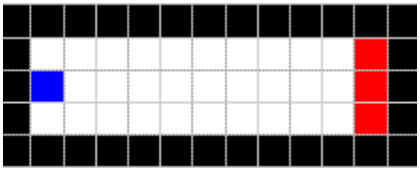
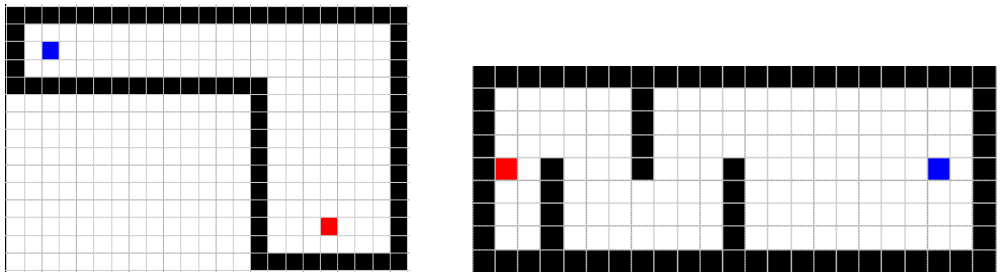


Illustration 3.36 : le troisième niveau de « Pyvox 3 ». L'avatar arrive à gauche sur la case bleue et doit sortir par l'une des trois cases de sortie rouge sur la droite.

Comme pour le protocole précédent, nous observons un niveau qui présente une hausse trop brusque du niveau de difficulté : le niveau numéro onze. Six testeurs y stoppent leur progression. Trois testeurs ont interrompues leur progression au niveau précédent. Ce type d'élévation trop brutale du niveau de la difficulté nuit à l'efficacité du système d'auto apprentissage.

Seuls onze testeurs ont réussi à franchir ce onzième niveau (voir les illustrations 3.37 et 3.38). Ce résultat invalide notre première hypothèse. Nous espérions que plus de la moitié des

testeurs parviendraient à franchir le quinzième niveau et il apparaît que la majorité des testeurs ont stoppés leur progression auparavant. Seuls cinq testeurs sur les vingt trois que compte l'expérience sont parvenus à franchir le quinzième niveau.



Illustrations 3.37 et 3.38 : à gauche, le dixième niveau. A droite, le onzième niveau. Les points de départ sont en bleu et les sorties correspondent aux cases rouges. Dans le onzième niveau, le joueur doit reconnaître la musique produite par la sortie et éviter les trois murs sur le chemin qui y mène. La mise en place de ces trois murs provoque une augmentation trop brutale de la difficulté par rapport au défi proposé dans le onzième niveau.

Trois testeurs ont réussi à passer le dix-neuvième niveau. Ce résultat valide notre seconde hypothèse. Un cours entretien avec ces trois joueurs après leur partie révèle qu'ils ont compris l'intégralité des principes de jeu. Pour ces trois personnes, notre système d'auto apprentissage non explicite a pu communiquer avec succès l'intégralité des principes de jeu dès la première partie. Ces trois testeurs appartiennent au groupe le plus âgé (c2).

Les quatre joueurs qui ont atteint le niveau le plus élevé font partit de c2.
Six testeurs ont joués plus d'une demi heure. Les cinq testeurs les plus persévérants font partie de c2. Ces résultats vont dans le sens d'une validation de notre troisième hypothèse mais ils ne sont pas suffisants. En effet, cette démarcation très nette des performances de ces joueurs ne concerne que six des dix-sept joueurs de la condition c2. Les onze autres joueurs progressent moins loin dans le jeu et leurs performances sont très similaires à celles de six de sept joueurs de la condition c1. Il nous est par conséquent difficile de conclure quand à la validité de l'hypothèse stipulant que notre système d'auto apprentissage non explicite est d'avantage susceptible d'être correctement pris en main par de jeunes adultes que par des adolescents. Nous ne pouvons toutefois ignorer les performances réalisées par les meilleurs joueurs tous du groupe c2 mais ne savons pas comment les interpréter en raison de l'hétérogénéité des résultats recueillis.

2.2.13 Conclusion de ce protocole

Notre première hypothèse stipulant que la majorité des testeurs parviendrait à progresser

parmi des niveaux qui ressemblent à de véritables labyrinthes est invalidée. Notre système d'auto apprentissage non explicite souffre d'un problème de fiabilité. Cette conclusion peut toutefois être tempérée selon deux remarques. Premièrement, la totalité des joueurs est parvenu à démarrer dans le jeu et à franchir les premiers niveaux, ce qui nous semble être un résultat encourageant. La seconde remarque concerne les conditions de test : nous recueillons des observations relatives à la première partie, lorsque les joueurs découvrent pour la première fois un nouveau jeu. Dans un contexte normal, un jeu ne doit pas dévoiler tous ses secrets lors de la première session de jeu. Pour cette raison, nous pensons que le manque de fiabilité ne remet pas en cause l'intérêt d'utiliser un système d'auto apprentissage dans un jeu. Cette considération est renforcée par la validation de notre seconde hypothèse montrant que des joueurs parviennent lors de leur première tentative à franchir des niveaux complexes (voir l'illustration 3.39).

Illustration 3.39 : ce joueur est parvenu sans aide verbale ni textuelle à franchir le dix-huitième niveau de « Pyvox 2 ». Le niveau affiché à l'écran correspond au dernier niveau franchi.

Enfin, nous ne pouvons conclure à propos de notre dernière hypothèse où nous nous attendions à observer de plus nettes différences entre les progressions réalisées par des joueurs de quatorze à dix-sept ans et celles réalisées par des joueurs de dix-sept à vingt-deux ans. Nous constatons cependant que les meilleures progressions sont réalisées par des joueurs du groupe le plus âgé mais ne savons comment interpréter le fait que cette différence très nette de performance ne concerne que près d'un tiers des joueurs de ce groupe.

2.3 Etude de la progression de joueurs voyants selon que le système d'auto apprentissage présente des encouragements visuels ou non

Comment favoriser d'avantage la diffusion des audiogames auprès des joueurs voyants ?

Nous pensons qu'il est important de rendre les jeux sonores accessibles plus attrayants pour les joueurs non aveugles. La grande majorité des joueurs voyants et mal voyants que nous avons rencontrés préfèrent jouer à des jeux vidéo et ne connaissent pas les jeux sonores accessibles. Des jeux comme « Terraformers» ou « the curb game » offrent une accessibilité à la fois auditive et visuelle. « Shade of Doom » est un peu différent car il offre une aide visuelle plus abstraite, avec une représentation de l'avatar, des ennemis et couloirs respectivement sous la forme de rond noir, carrés noirs et carrés blancs.
L'aide visuelle pose un problème : ne risque t'elle pas de diminuer la difficulté du jeu pour le joueur voyant ? Par exemple dans « Shade of Doom », l'aide visuelle nous a été particulièrement utile pour vaincre le dernier boss alors que nous nous en passions avant de le rencontrer.

2.3.1 Objectif de l'étude

Un joueur voyant qui a testé « Pyvox, musical maze », jeu constituant notre matériel d'étude à l'occasion de notre premier protocole, suggérait d'utiliser le visuel pour présenter non pas l'environnement en cours d'exploration mais plutôt l'environnement qui été préalablement exploré avant que la sortie ne soit trouvée. Il s'agirait en d'autres termes de présenter aux joueurs voyants une carte du niveau précédemment traversé en guise de récompense supplémentaire.
Nous voulons tester cette proposition.

2.3.2 Hypothèse générale

Nous formulons deux hypothèses.
Premièrement, les joueurs voyants peuvent progresser dans un jeu sonore d'exploration disposant d'un système d'auto apprentissage non explicite.
Deuxièmement, la présentation d'une carte visuelle montrant l'environnement virtuel préalablement exploré par l'avatar encourage les joueurs voyants à continuer de jouer. Les parties rendues plus longues permettraient une meilleure progression des joueurs dans le jeu.

2.3.3 Population étudiée

Dans ce protocole, nous avons recueilli les résultats de dix-neuf joueurs, tous voyants.
Aucun des testeurs ne connaissait de jeu sonore auparavant. En revanche, tous sont bien familiarisés avec les principales catégories de jeux visuels existants.

2.3.4 Conditions de tests

Les tests ont eu lieu au sein du « Paris Anime Game Show 2007 » aussi intitulé « PAG07 ». Il s'agit d'un salon dont les deux thèmes principaux sont d'une part la présentation de mangas et de dessins animés japonais et d'autre part l'exposition de différentes formes de jeux vidéo. Nous avons été invité par l'association « aux frontières du pixel » à venir présenter certains de nos jeux sonores à l'occasion de cet évènement.
Les testeurs disposaient de très peu de temps pour essayer le jeu que nous leur présentions. De plus, l'environnement était particulièrement bruyants (bruits de concert, musique de nombreux jeux présentés aux alentours, clameur de foule…). Si l'ambiance des lieux était bonne, les conditions de tests étaient en revanche plutôt mauvaises.

2.3.5 Matériel d'étude

Nous avons utilisé en guise de matériel d'étude le jeu de labyrinthe « Pyvox 2, more musical mazes » et son système d'auto apprentissage non explicite. Il est important de préciser que le level design de « Pyvox 2 » présenté aux joueurs du PAG07 n'est pas le même que celui présenté aux joueurs de l'ICC 2007. Le protocole réalisé à l'ICC 2007 a été réalisé après celui effectué au « PAG07 ». Le level design de « Pyvox 2 » est plus aboutie dans la version présentée à l'ICC 2007 que dans le présent protocole. Toutes les améliorations du système d'auto apprentissage non explicite mentionnées dans le chapitre 2.1 ne figurent pas dans le matériel d'étude servant de support à cette expérimentation.
Nous prêtons une fois encore une attention particulière au niveau présentant plusieurs impasses car nous pensons que c'est avec ces niveaux que notre jeu d'exploration prend véritablement la tournure d'un jeu de labyrinthe.
Dans le cadre de ce protocole, le premier niveau à présenter une telle structure avec plusieurs impasses est le dixième (voir l'illustration 3.40).

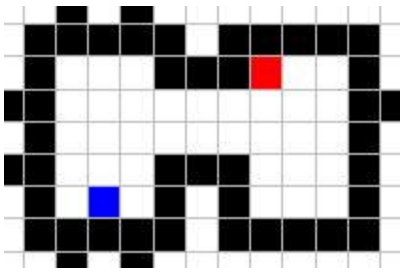


Illustration 3.40 : le dixième niveau. L'avatar apparaît sur la case bleue et doit sortir par la case rouge. Ce niveau présente à nouveau une structure en « H ». Abordé de façon sonore, ce type de niveau peut être particulièrement difficile à franchir si les principes d'interaction ne sont pas compris.

Le jeu est décliné en deux versions. Dans la première, le jeu est purement sonore et ne présente aucun visuel utile. Dans la seconde version, le jeu affiche une représentation visuelle

du dernier niveau franchi. Nous pensons que la présentation à l'écran du niveau précédemment franchi peut motiver d'avantage les joueurs à progresser plus loin.

2.3.6 Instructions

Chaque personne ne fait qu'une seule partie. Nous expliquons au testeur qu'il va essayer un jeu sonore conçu pour être accessible aux personnes mal ou non voyantes. Contrairement aux protocoles précédents et en raison des conditions de tests particulières, nous expliquons cette fois au joueur que le jeu requiert l'utilisation des touches fléchées. Nous ne donnons absolument aucune indication sur les règles et objectifs du jeu. Nous expliquons qu'il n'y aura aucune aide délivrée durant le jeu, même si le joueur ne parvient plus à progresser. Nous lui expliquons que c'est une façon de vérifier s'il peut tout de même surmonter la situation de blocage par lui-même ou non. Nous montrons la molette pour régler le volume et nous nous assurons que son maniement est maîtrisé par le joueur. Nous informons le joueur qu'il peut jouer aussi longtemps qu'il le désire, mais qu'il ne pourra faire qu'une unique partie. Nous lui disons enfin que nous pourrons répondre à ses questions une fois sa partie terminée.

2.3.7 Variable indépendante du joueur

Nous ne manipulons qu'une seule variable, « C », en rapport avec la présentation (ou non) d'une carte du niveau précédemment exploré.
Nous distinguons donc deux modalités expérimentales :
Dans la condition « c0 » (témoin) : le jeu ne présente pas de cartes, il n'y a pas de visuel utile.
Dans la condition « c1 », le jeu présente à l'écran une carte du niveau du précédemment exploré, accompagné du message suivant : « Voici la carte du niveau précédent (case bleu = départ ; case rouge = sortie) ».

2.3.8 Variables dépendantes du joueur

Pour chaque joueur, nous mesurons le temps passé à jouer et la progression en relevant le plus haut niveau atteint.

2.3.9 Problématique opérationnelle

Considérant les conditions de test et le fait que les joueurs ont très peu de temps devant eux, nous nous demandons si le système d'auto apprentissage non explicite est capable d'amener les joueurs à progresser jusqu'aux premiers niveaux présentant des impasses. Nous formulons plus précisément ce questionnement de la façon suivante :
Est-ce que le système d'auto apprentissage non explicite permet à des joueurs de franchir le

dixième niveau de notre matériel d'étude ?

Est-ce que les joueurs qui essaient la version de jeu présentant la carte visuelle du dernier niveau franchi progressent plus loin que les joueurs qui essaient la version de jeu sans visuel ?

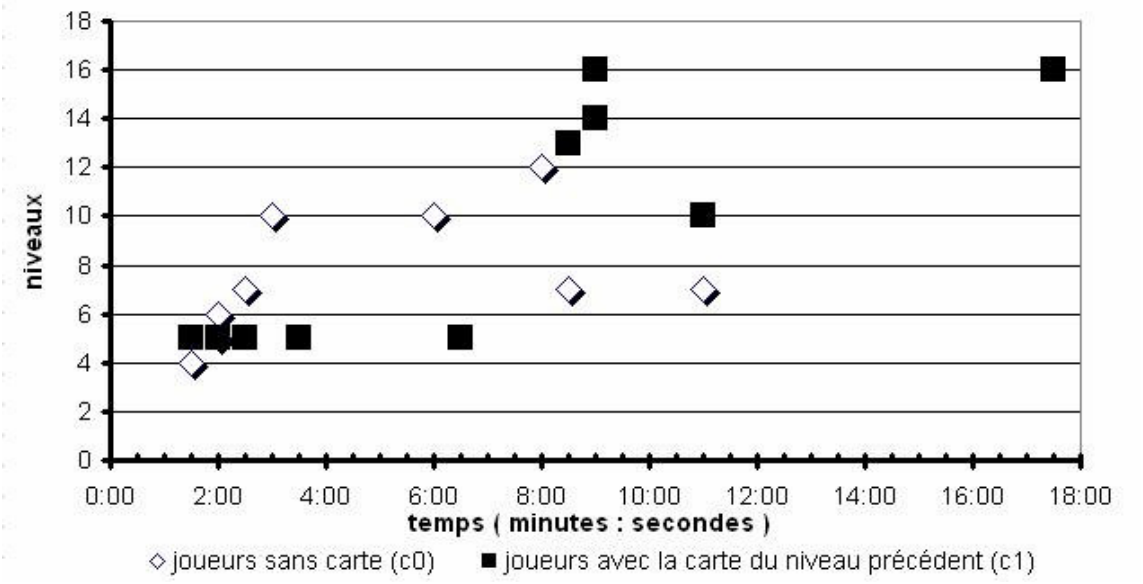
2.3.10 Hypothèses opérationnelles

Des joueurs parviennent à franchir le dixième niveau de notre matériel d'étude.

Les joueurs essayant la version de jeu avec les cartes du niveau précédemment exploré jouent plus longtemps, et atteignent un niveau plus élevé que les joueurs qui jouent à la version de ce jeu sans carte.

2.3.11 Résultats

Afin de fournir une vue d'ensemble des résultats, nous les avons regroupés dans un graphique (voir le graphique 3.2).



Graphique 3.2 : résultats des parties de jeu : comparaison des temps de jeu et du niveau atteint entre les deux conditions expérimentales.

2.3.12 Interprétation des résultats

Nous considérons le dixième niveau comme étant le seuil séparant les « bonnes progressions » des « moins bonnes progressions ».
Nous commençons par analyser des « moins bonnes » progressions.

Parmi les dix neufs testeurs que compte ce protocole, dix ne parviennent pas à atteindre le dixième niveau. Nous comptons six joueurs de la condition c0 (sans carte) et quatre joueurs de la condition c1 (avec carte). Cependant, tous ces joueurs ont réussi à passer les trois premiers niveaux du jeu.

Les durées de partie de six des joueurs de la condition c0 (sans carte) qui ont le moins progressé se situent entre une minute trente et onze minutes. Les plus hauts niveaux atteints sont respectivement le quatrième, le cinquième, le sixième et le septième. Nous remarquons au sujet de ce septième niveau que trois joueurs y ont interrompus leur progression.
Les quatre joueurs de la condition c1 (avec cartes) qui ont joué le moins longtemps ont tous arrêté au niveau cinq (voir l'illustration 3.41). Il y a là une différence assez nette de progression qui distingue les deux groupes.

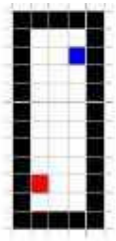
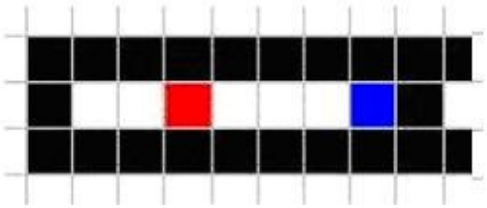
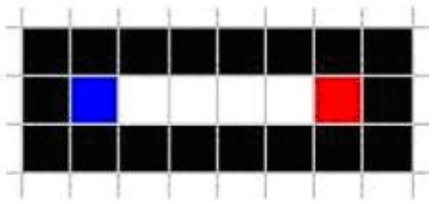


Illustration 3.41 : le cinquième niveau. La sortie est en bas.

Nous notons un mauvais réglage de la difficulté du cinquième niveau. Cinq joueurs, dont quatre de la condition c1 y stoppent leur progression.

Nous pensons que le niveau cinq provoque des interruptions de partie pour quatre joueurs de la condition c1 à cause de plusieurs effets combinés.
Premièrement, c'est à partir de ce niveau que les joueurs doivent repérer une sortie qui ne se trouve pas sur la même ligne que leur avatar.
Deuxièmement, c'est à partir de ce niveau que les murs commencent à produire des sons. L'objectif de ces sons est d'encourager le joueur à se rapprocher de la sortie. Nous voulons que les sonorités produites par cette dernière paraissent plutôt agréables et attirantes. En comparaison, nous voulons que les sons émis par les murs aient un effet plutôt répulsif sur le joueur. Si le joueur passe trop de temps dans ce niveau sans comprendre, il risque d'être découragé par les bruits de murs.
Troisièmement, seules les cartes qui sont visibles à partir du niveau six présentent des niveaux qui nécessitent de déplacer l'avatar dans un espace en deux dimensions. Les deux cartes précédentes, par leurs aspects rectilignes ne semblent pas être de bons indices pour indiquer au joueur qu'il parcourt un labyrinthe qui s'étend sur deux dimensions (voir les illustrations 3.42 et 3.43). La présentation graphique des niveaux précédents combinée aux deux autres

effets semble particulièrement perturber la progression des joueurs de la condition c1.
Enfin, la sortie du cinquième niveau n'occupe qu'une case et non toute la largeur du couloir.

Illustrations 3.42 et 3.43 : les niveau trois (à gauche) et quatre (à droite). L'avatar apparaît sur la case bleue et doit sortir par la case rouge. L'aspect rectiligne de ces « cartes » n'informe pas les joueurs sur la nature du jeu. A ce stade, les joueurs ne savent pas encore qu'ils jouent à un jeu de labyrinthe. L'affichage à l'écran de ces niveaux une fois qu'ils ont été franchis n'apporte rien au joueur.

Nous avions été plus progressif dans le dosage de la difficulté avec notre premier jeu de labyrinthe, « Pyvox, musical mazes », en déclenchant la sonorisation des murs après plusieurs niveaux où l'avatar devait atteindre des sorties devant ou derrière lui. Le level design du jeu « Pyvox 2 » tel qu'il a été défini dans le second protocole apparaît comme étant plus efficace car il ne présente pas les défauts exprimés plus haut. Le level design définitif de « Pyvox 2 » figure en annexe de la thèse.

Ces moins bonnes progressions contredisent notre hypothèse qui stipulait que les joueurs de la condition c1 réaliseraient de meilleures performances.

Intéressons-nous maintenant aux joueurs qui sont parvenus à atteindre le dixième niveau.
Trois de ces joueurs y stoppent leur progression mais cinq joueurs parviennent à le franchir. Parmi ces derniers, les quatre meilleurs joueurs sont tous de la condition c1.
Pour ce second groupe de joueur, la présence d'un plan, même s'il ne montre que le niveau précédemment parcouru, semble favoriser leur motivation à jouer et leur progression dans le jeu.
Le fait que des joueurs parviennent à franchir le dixième niveau valide notre première hypothèse. Deux joueurs parviennent à franchir le quatorzième niveau (voir l'illustration 3.44). Même dans un contexte où les joueurs ont peu de temps à consacrer à la découverte d'un nouveau jeu, notre système d'auto apprentissage non explicite permet à certains d'entre eux de progresser correctement dans un jeu sonore d'exploration accessible aux personnes aveugles et de franchir des niveaux qui se complexifient en présentant plusieurs impasses. L'élévation progressive de la difficulté permet à quelques uns de ces joueurs de franchir quelques autres niveaux à l'architecture plus complexe.

D'autre part, le fait que les meilleures performances aient été réalisées par des joueurs de la

condition c1 va dans le sens d'une validation de notre hypothèse stipulant que la présentation d'un mécanisme de gratification visuelle favoriserait la motivation de ces joueurs à jouer.
La considération des plus grandes durées de partie va aussi dans le sens de la validation de cette hypothèse. En effet, parmi les cinq joueurs qui ont joué le plus longtemps, quatre font parti du groupe c1. Le joueur qui a joué le plus longtemps (dix-huit minutes) fait partie du groupe c1 et la durée de sa partie se démarque très nettement de celles des autres joueurs.

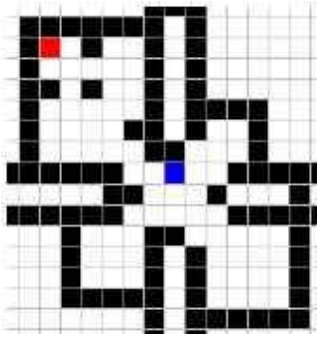


Illustration 3.44 : le niveau quatorze de « Pyvox 2 » tel qu'il était lors de ce protocole. Il est très difficile de franchir ce niveau sans comprendre le principe de localisation sonore de la sortie car dans ce cas, le risque de se perdre dans des impasses est élevé. Deux joueurs parviennent à le passer lors de leur toute première partie.

Les observations relatives aux joueurs qui ont réalisé de bonnes progressions vont dans le sens d'une validation de nos hypothèses mais nous ne devons pas oublier les résultats qui concernent les joueurs qui ont moins bien progressés. Nous devons nuancer notre conclusion.

2.3.13 Conclusions de ce protocole

Notre hypothèse stipulant que des joueurs voyants parviendraient à franchir le dixième niveau lors de leur première tentative est validée. Notre système d'auto apprentissage non explicite peut être correctement utilisé par des joueurs voyants. Toutefois, nous remarquons que le jeu présenté de la sorte souffre toujours d'un problème de fiabilité. Moins de la moitié des joueurs de ce protocole sont parvenus à franchir le premier labyrinthe qui présente plusieurs impasses.

Nous ne pensons pas que ce problème de fiabilité soit problématique dans le cadre d'un jeu. Il est rare que des joueurs réalisent de bonnes performances face à un nouveau jeu lors de leur première tentative. Il serait même dommage que beaucoup de joueurs parviennent à progresser à la fois très vite et très loin.

Notre seconde hypothèse stipulant qu'un mécanisme apportant des formes d'encouragements visuels pour motiver d'avantage les joueurs voyants à progresser n'est que partiellement validée car nous avons recueilli deux ensembles de résultats contradictoires.

Dans un premier temps, il semble que la solution visuelle proposée dans ce protocole perturbe la compréhension des règles du jeu. Le visuel doit être suffisamment évocateur pour ne pas envoyer le joueur vers de mauvaises interprétations.
Dans un second temps, il semble que notre mécanisme de gratification visuel motive les meilleurs joueurs à progresser encore plus loin.
A ce moment, l'inclusion de ce type de caractéristique visuelle peut favoriser un meilleur déroulement de la partie sans dénaturer le défi offert au joueur.
Peut être que les premiers moments de progression seraient moins critiques si nous laissions plus de place à l'avatar entre les murs de façon à ce que le joueur puisse plus facilement se dégager de leurs sonorités répulsives.

D'une façon générale, le jeu sonore a été bien accueilli par les joueurs voyants qui l'ont essayés lors de ce salon (illustration 3.45) ou à d'autres occasions d'exposition (illustrations 3.46). Nous pensons que le visuel, bien utilisé dans ce type de jeu, pourra contribuer efficacement à diffuser ce loisir encore méconnu du public voyant.
Nous pensons que le public de joueur voyant aura ensuite plus de facilités à apprécier l'une des principales forces offerte par les jeux sonores : la possibilité de jouer en se passant de l'écran et dans des positions originales.

Illustrations 3.45 et 3.46 : les jeux sonores ne s'adressent pas qu'aux joueurs déficients visuels. A gauche, une princesse plutôt voyante joue à « Pyvox 2 ». A droite, un jeune garçon préfère jouer à « Pyvox, musical Maze » plutôt qu'aux bornes de jeux visuels présentes juste a coté.

2.4 L'aspect multijoueurs dans un jeu d'exploration : « Pyvox 3 »

Nous voulons inclure une dimension multijoueurs aux principes de jeux d'exploration étudiés auparavant. Ce jeu est finalisée (illustrations 3.47 et 3.48). La programmation de « Pyvox 3 » a été réalisée par des étudiants de l'ITIN : Sylvain Baudrimont, Marc-Antoine Pourcel, Sébastien Quirrion, encadrés par Florent Michel.

Illustrations 3.47 et 3.48 : une joueuse et un joueur essaient « Pyvox 3 » et partagent le même environnement de jeu.

Les deux joueurs partagent le même environnement d'écoute et peuvent collaborer pour progresser plus efficacement dans le jeu. Nous pensons qu'en l'absence de consigne explicite, la recherche d'explications pour mieux comprendre la situation de jeu peut favoriser des échanges directs entre les joueurs. Dans les premières versions de tests, nous avons utilisé les mêmes fichiers audio informant de la présence d'obstacles que dans « Pyvox 1 » et « Pyvox 2 ». Le premier avatar entend les obstacles selon des rythmiques issues de « Pyvox 2 » tandis que le second avatar entend les obstacles comme des nappes d'ambiances tirées de « Pyvox 1 ». Rythmiques et ambiances se distinguent suffisamment pour que les deux joueurs puissent déplacer chacun leur avatar.

L'ENJMIN a apportée son aide pour réfléchir sur des possibilités de design sonore convenant à « Pyvox 3 ». Cécile Le Prado et Thierry Dilger ont encadrés des étudiants en spécialité « conception sonore ». Yann Van Der Cruyssen, Etienne Marque, Guillaume Tiger, Marie-Emilie Brun, Sylvain Buffet, Dorian Mastin, Gregory Desmurs et Romain Brillaud ont ainsi travaillés à cette occasion sur différentes approches esthétiques du jeu. Ludovic Le Bigot a encadré des étudiants en spécialité « ergonomie » : Camille Bigata, Philippe Chambon et Benjamin Dubois ont de cette façon pu participer à l'évaluation de la qualité de cette maquette de jeu. Des tests ont révélés que des jeunes joueurs non voyants parviennent correctement à déplacer leur propre avatar. Un protocole d'étude plus rigoureux serait nécessaire.

3 Limites actuelles de nos applications

Nous avons tenté avec le développement de nos cinq jeux, « Pyvox, musical maze », « Tampokme », « Chrono Souris », « Pyvox 2, more musical mazes » et « Pyvox 3 » d'apporter des éléments de solutions aux problèmes posés dans l'état de l'art. Les jeux « Tampokme » et « Chrono Souris » ont été développés pour répondre à des problématiques d'ordre secondaire. C'est pourquoi leur description figure en annexe de cette thèse.

Nous avons pu développer un gameplay plus efficace au sens du « flow » et plus immédiat en présentant des jeux qui ne nécessitent pas la lecture préalable d'un manuel. Nous avons proposé pour les gameplay de type exploration une approche se passant du langage. Nous avons facilité la prise en main de nos jeux en réduisant la complexité des commandes utilisées par l'utilisation de mécanismes de gameplay simples. Ce faisant, nos jeux (sauf celui nécessitant la souris, décrit en annexe) sont plus accessibles pour les personnes souffrant de handicap moteur. Cependant, nos conditions de développement sont situées dans un cadre de recherche et donc, avec des moyens éloignés de ceux que l'on pourrait avoir pour des jeux commerciaux. Ceci induit certaines limitations que nous présentons dans ce chapitre.

Nous considérons d'abord les problèmes rencontrés lors d'une première utilisation puis ceux qui pourraient toucher des joueurs plus engagés dans leur partie.

3.1 Problèmes causés par de mauvaises manipulations

Lors d'un premier contact avec le jeu, les personnes ne savent pas encore comment employer l'interface matérielle du jeu. Quelles touches utiliser sur le clavier ? Nombreux sont les joueurs qui commencent à explorer les effets des différentes touches selon des stratégies hasardeuses. Or, certaines touches posent problèmes. C'est le cas en particulier des touches de mise en veille ou d'arrêt de l'ordinateur, parfois rajoutées sur certains claviers.

Présentes plus systématiquement sur les PC, les touches « Windows » risquent aussi d'interrompre le déroulement normal de la partie en détournant l'interaction vers le menu « démarrer » de Windows. D'autres jeux du marché solutionnent ce problème en interrompant leur rendu sonore lorsque leur fenêtre n'est plus active. Nous ne sommes pas parvenu à inclure cette solution avec les outils que nous avons utilisés.

Nous n'avons pas réussi à rendre interactive la touche « impr ecran ». Il reste toujours des problèmes de reconnaissance de touches selon la nationalité des claviers. L'usage de la touche « Shift » pressée cinq fois de suite interrompt aussi l'interactivité du jeu par une question posée par le système d'exploitation concernant l'activation d'un mode spécial. Il est possible de contourner le désagrément posé par ces pressions répétées de la touche Shift en allant dans le panneau de configuration, mais c'est loin d'être une garantie suffisante pour s'assurer que des joueurs ne seront pas gênés par ce problème.

L'éventualité de ces mauvaises manipulations est difficilement tolérable.

« Les joueurs ne devraient pas être capables de produire des erreurs qui interrompent le fonctionnement du jeu. » (E. Adams, 2004).

Nous avons testé de nombreuses versions de claviers sonores, mais sur des échantillons de testeurs toujours trop faibles. Nous ne pouvons conclure sur la meilleure façon de les concevoir. Nous pensons néanmoins que les touches qui ne doivent absolument pas être pressées doivent être entourées de touches qui ne sont pas sonorisées. De cette façon, l'utilisateur qui aura une stratégie d'exploration progressive du clavier pourrait s'arrêter aux touches non sonorisées. Il cherchera éventuellement à les presser quelques fois supplémentaires pour s'assurer que ce n'est pas lui qui a mal appuyer, puis il aura tendance à « rebrousser chemin ».

3.2 Problèmes associés aux consignes données avant le démarrage du jeu

Pour les jeux utilisant des consignes verbales, nous avons constaté que la vitesse de débit de parole était toujours un problème. Une vitesse rapide convient bien aux personnes déficientes visuelles qui choisissent pour d'autres applications informatiques une synthèse vocale réglée selon un débit accéléré. En revanche, un tel débit peut s'avérer déstabilisant pour la plupart des personnes voyantes moins habituées à utiliser la communication orale de cette façon. Un débit lent ne semble convenir à personne : le jeu devient compréhensible par tous mais il se révèle du coup peu interactif. Le débit acceptable pour tous n'existe pas.

Nous pourrions envisager de proposer un système de réglage pour ajuster la vitesse de débit, mais il deviendrait nécessaire d'expliquer comment effectuer les manipulations adéquates.

Nous pensons avoir évité ce problème dans le cadre de nos jeux par une approche musicale et non langagière. Toutefois, avant que le jeu ne puisse être démarré, il arrive que l'utilisateur soit obligé d'utiliser une interface langagière assez complexe. Par exemple, lors de l'achat du logiciel, une procédure d'installation peut nécessiter quelques échanges de fichiers entre clients et revendeurs dans le cadre de dispositifs anti-piratages. Nous proposons donc des moyens d'aborder des jeux en nous passant du langage, mais il peut rester des étapes préliminaires où les contraintes langagières sont toujours présentes.

3.3 Problèmes d'orientation lors des activités d'exploration

Dans des itinéraires complexes, l'explorateur aura plus de facilité à trouver son chemin si des repères jonchent son itinéraire (M. Raubal et S. Winter, 2002). Ces repères doivent être particulièrement saillants et bien se détacher du paysage exploré de façon à être correctement identifiés (A.C. Kamil et K. Cheng, 2001). L'utilisation de points de repère permet à l'explorateur de trouver plus facilement son chemin. Il peut y avoir deux sortes de repères :

ceux sur les embranchements pour faciliter le processus décisionnel de l'explorateur quand à la route à prendre et ceux sur des routes sans bifurcations afin de confirmer à l'explorateur qu'il est sur la bonne voie. Ces repères peuvent être de deux natures : globaux ou locaux. Des repères globaux se distinguent du reste de l'environnement par un aspect général très différent. Des repères locaux consistent souvent juste en l'ajout d'une petite caractéristique pour distinguer un emplacement particulier par rapport aux places voisines quasi similaires.
Les obstacles de nos trois jeux d'exploration peuvent avoir quatre rendus différents.
En l'état, nos jeux de labyrinthes utilisent tout de même certains types de repères structurels. Certains passages peuvent être très larges, d'autres peuvent être plus étroits. Chaque configuration d'embranchement combine de façon spécifique les quatre rendus différents produits par les obstacles. Ces architectures de level design peuvent constituer des formes de repères locaux. Cependant, nos jeux d'exploration ne présentent pas plusieurs sortes d'obstacles qui pourrait améliorer un repérage dans l'espace. C'est comme si l'avatar se promenait dans un jardin avec toujours le même arbre partout, sans fontaine, sans statue, sans autre forme de vie nulle part (si ce n'est une sortie musicale que le joueur peut être curieux d'atteindre). L'ajout de tels repères améliorerait la qualité du gameplay.

3.4 Problèmes d'évaluation des risques de pertes auditives

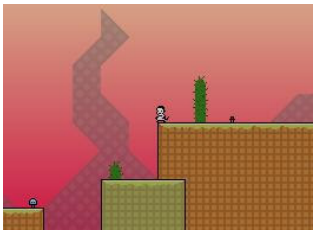
Brewster évoque les désagréments associés à l'écoute prolongée de sons (S.A. Brewster, 2002). L'irritation engendrée par l'usage de messages vocaux a été étudiée (B. Berglund et al., 1994). Ces résultats vont dans le sens d'une perte de plaisir provoquée par les jeux recourant trop à ce type de communication. Brewster remarque un manque d'étude concernant les phénomènes d'agacement liés aux messages audio non verbaux.
Selon Patterson, l'un des écueils majeurs à éviter est le réglage trop fort du volume sonore qui pousserait l'auditeur à vouloir couper le message plutôt que de le comprendre (R. D. Patterson, 1989). Dans le cadre d'un bon jeu qui peut provoquer la perte de repère temporel à cause de la sensation de flow, un volume un peu trop fort pourrait avoir des conséquences regrettables. Pris par le jeu, le joueur risque de ne pas vouloir couper le flux audio. Si le joueur règle le volume trop fort, il risque aussi de mettre à mal ses capacités auditives en poursuivant trop longtemps l'expérience de jeu. Malgré les messages d'avertissement vocaux que nous avons glissé dans le jeu « Pyvox 1 », des joueurs peuvent être tentés de jouer sur une durée déraisonnable. Pour les jeux « Pyvox 2 », « Pyvox 3 », « Chrono Souris » et « Tampokme », des mécanismes permettent de mettre un terme de façon automatique à la partie au bout de quelques minutes de jeu, mais rien n'empêche le joueur de rejouer aussitôt. Nous avons envisagé d'apporter à intervalles réguliers des pauses forcées qui consisteraient en des interruptions de jeu sans plus d'interaction ni de stimulation auditives. Il est probable que la solution de ce problème repose sur des principes de design sonore : il faut choisir les sons et des combinaisons de sons bien discernables à bas volume et dont la qualité d'interaction ne

s'accroît pas en augmentant le volume. On peut également envisager d'utiliser des systèmes d'autorégulation du volume sonore (S. Brewster et al, 2000).

3.5 Problèmes de linéarité et de durée de vie

Nos jeux souffrent d'une trop grande linéarité des niveaux et d'une faible re-jouabilité une fois le jeu vaincu. Les niveaux les plus tortueux de nos jeux font qu'ils ne sont pas si faciles à terminer mais une fois ceux-ci franchis, les joueurs n'ont plus de nouveaux défis à relever.
La durée de vie des jeux développés dans le cadre de cette thèse est courte. Par exemple, pour « Pyvox, Musical Maze », la durée de vie moyenne est estimée entre deux et trois heures, ce qui est un peu faible. Même si des joueurs professionnels apprécient de plus en plus les jeux qui savent proposer une expérience à la fois courte et intense (Shann, 2007), il est dommage que « Pyvox » soit court et n'ait plus rien à offrir une fois terminé. « Pyvox 2 » propose des labyrinthes plus complexes associés à un principe de temps limité qui le rend beaucoup plus difficile à terminer. « Pyvox 3 » propose un aspect multi joueurs, ce qui représente à notre avis un des mécanismes les plus valables et utiles pour allonger la durée de vie d'un jeu.

En ce qui concerne le mode de progression, à chaque nouvelle partie, le joueur doit recommencer les même premiers niveaux dans le même ordre : l'agencement des niveaux est très simpliste. Après le niveau un vient le niveau deux puis le niveau trois. Cette démarche permet de créer facilement un défi à difficulté croissante. En contrepartie, la progression dans le jeu est ultra dirigiste. Une prochaine évolution des concepts des jeux sonores développés dans le cadre de cette thèse consisterait à ajouter des mécanismes d'exploration en environnement ouvert. Les environnements ouverts ne sont pas une garantie pour rompre la linéarité de progression. Par exemple, « Shadow of the colossus » offre un environnement aussi ouvert que sa progression est linéaire. En revanche, un environnement ouvert est une première étape permettant une exploration plus libre du scénario de jeu, souvent avec un système de quêtes et sous quêtes. « Knytt » propose une version à la fois simple et très riche des avantages d'un environnement de jeu ouvert (illustrations 3.49 et 3.50). Le joueur tire un immense plaisir à explorer l'univers dans la direction de son choix.
Une autre approche consisterait à créer un générateur aléatoire de niveaux dans la mouvance actuelle des recherches en matière de jeux adaptatifs et de systèmes génératifs.



Illustrations 3.49 et 3.50 : « Knytt » de Nifflas. Un gameplay riche et simple en environnement ouvert.

Conclusion et perspectives futures

Cette thèse part d'un état de l'art en matière de jeux accessibles et d'une analyse de ce qui constitue un gameplay efficace. Partant de ces deux points de vue nous proposons un système d'auto-apprentissage convenant à l'élaboration de jeux numériques qui se passent à la fois de visuel, de retours tactiles, de consignes langagières et de phases d'apprentissage préalables à l'interaction.

L'utilisation de ces jeux est possible, quelle que soit la langue parlée par l'utilisateur, sur un matériel standard.

Pour élaborer ce système, nous avons conçu cinq jeux sonores originaux. Trois de ces jeux sont des jeux d'exploration présentés dans la troisième partie de la thèse. Les deux autres sont présentés en annexe.

1 Résultats

Avec trois protocoles d'étude, nous avons mis en évidence qu'il est possible que des joueurs, voyant ou non voyant, progressent dans un jeu sonore d'exploration à l'aide d'un système d'auto-apprentissage non explicite.

Le premier protocole montre que notre prototype de système d'auto apprentissage non explicite fonctionne mal lorsque le jeu n'a pas été conçu dans ce but. Cependant, certains joueurs parviennent à l'utiliser pour progresser dans le jeu. Ce protocole nous a fourni les indices nécessaires pour améliorer ce système d'auto apprentissage.

Les deux protocoles suivants nous montrent que nos hypothèses permettent de construire des gameplay efficaces.

En d'autres termes, il est possible que des joueurs apprennent les principes d'interaction sans recourir au visuel ni au langage, seuls et sans autre aide que le jeu lui-même.

Nous faisons reposer les principes de conception d'un tel système sur l'interactivité et l'esthétique de l'environnement sonore présenté par le jeu. Enfin, l'évolution de la difficulté du jeu est déterminante sur l'efficacité d'un tel système car nous avons constaté pour chacun de nos trois protocoles de nombreuses interruptions de progression liées à un manque de fluidité dans la difficulté des niveaux successifs. De façon générale et en partie à cause de ces problèmes d'ajustement de cette « courbe de difficulté », nous constatons que notre système d'auto-apprentissage manque de fiabilité, c'est-à-dire que tous les joueurs qui vont tenter d'apprendre les règles du jeu par son intermédiaire ne parviendront pas à progresser très loin lors de leurs premières utilisations du jeu. Nous ne sommes pas parvenus à rendre notre système d'auto-apprentissage non explicite aussi fiable qu'un système présentant des consignes explicites compréhensibles par l'utilisateur. Toutefois, un système non explicite se révèle être une alternative pratique aux nombreuses traductions nécessaires pour que les consignes soient effectivement compréhensibles par tous.

De plus, nous ne pensons pas que ce manque de fiabilité soit problématique dans le cadre d'un jeu : ce dernier se doit de préserver une part de mystère et de défi pour les joueurs qui l'essaient la première fois.
Ce manque de fiabilité nous encourage néanmoins à améliorer encore d'avantage le fonctionnement de tels systèmes d'auto-apprentissages non explicites en complexifiant de façon plus progressive l'enchaînement des différents labyrinthes.
Nous avons comparé la prise en main de ce système par deux populations de joueurs non voyants d'âges sensiblement différents mais n'avons pas observé de résultats nettement distincts. Il semble que les jeunes adultes soient les plus susceptibles de comprendre la logique abstraite, non explicite d'un tel système mais des tests complémentaires sont requis pour confirmer cette analyse. La motivation à jouer des joueurs des deux groupes nous parait globalement satisfaisante.
Nous avons présenté notre système à des joueurs voyants en proposant un mécanisme complémentaire qui fournit une forme de gratification visuelle complémentaire pour la moitié de ces joueurs. Ce mécanisme peut motiver les joueurs à progresser plus loin dans le jeu sans dénaturer le défi du jeu basé sur la reconnaissance de sonorités. De cette façon, les joueurs voyants, peu familiarisés avec les jeux sonores accessibles, sont susceptibles de trouver un plus grand intérêt à cette forme de loisir numérique originale. Toutefois, nous avons aussi constaté que l'inclusion d'un mécanisme visuel peut déstabiliser certains joueurs voyants et risquer d'interrompre leur progression assez tôt dans le jeu. L'esthétique apportée à ce type de mécanisme doit être travaillée pour être suffisamment évocatrice et ne pas risquer d'envoyer les joueurs sur de fausses interprétations concernant les principes de jeu.

2 Perspectives

Notre thèse est consacrée essentiellement au processus de conception d'un jeu, pour les usagers handicapés visuels. Le même problème se pose pour d'autres handicaps et également dans le cadre du multi handicap. Ce questionnement s'est posé dans le cadre de cette thèse depuis la rencontre d'un enfant à la fois aveugle et paraplégique placé dans un établissement spécialisé. La question du multi handicap fait l'objet de plus en plus de travaux de recherche (B. Ellis, 2006). Ainsi, un même jeu peut être rendu accessible à des joueurs souffrant de différents handicaps en appliquant des guidelines concernant différentes sortes d'accessibilités (D. Archambault et al., 2001), (D. Archambault, 2002), (D. Grammenos et al., 2007),
Il existe déjà des jeux accessibles à la fois pour des personnes voyantes, mal voyantes, non voyantes et handicapées moteur. Ce type de travaux en accessibilité a vu des applications à l'occasion de la création d'un jeu d'échecs (D. Grammenos et al., 2005) ou d'un jeu de Tic Tac Toe (R. Ossmann et al., 2006, a), (R. Ossmann et K. Miesenberger, 2006, b).
Les jeux « Access invaders » et « Terrestrial invaders » sont des shoot them up qui peuvent être joués par des populations de joueurs mal voyants (grossissement de sprites), aveugles

(optimisation des principes de localisation par sonorisation de l'avatar et des adversaires), handicapés moteur (maniement de l'avatar ne reposant plus que sur une seule touche) (D. Grammenos et al. 2006) (voir les illustrations 2.10, 2.11 et 2.12).

Illustrations 2.10, 2.11 et 2.12 : Trois modes d'accessibilité différents du jeu « Access invaders » (D. Grammenos et al. 2006) : basse vision, non voyance et handicap moteur. Les difficultés de ces trois modes sont très différentes.

Les jeux d'action déclinés de cette façon ne sont toutefois pas jouables à la fois par des personnes aveugles et des personnes handicapées moteur. Le joueur ne peut choisir qu'un seul mode parmi ceux proposés. Nous notons enfin que pour ces jeux, le défi proposé au joueur n'a pas toujours la même difficulté selon le mode d'accessibilité sélectionné.
Il serait intéressant de chercher à concevoir un jeu qui soit à la fois accessible aux personnes déficientes visuelles et aux personnes souffrant de handicap moteur. Nous décrivons en annexe un jeu d'action conçut à l'occasion de cette recherche qui concilie les deux thématiques d'accessibilité et qui est jouable jusqu'à quatre joueurs en simultané.

D'autres aspects importants peuvent étendre nos travaux.

Les jeux que nous avons conçus ne sont pas portés par une structure narrative. Bien que le cœur d'un jeu soit le gameplay, la fonction de narration est également un puissant moteur de motivation dans les jeux d'aventure. Ceci porte sur les motivations à moyen et surtout long terme. Un autre avantage important d'une narration classique est d'introduire des personnages non joueurs qui, dans les dialogues, peuvent apporter des informations langagières sans couper la sensation de présence, puisque dans ce cas le langage reste partie intégrante du jeu.

De façon plus générale le problème que nous nous somme posé peut s'étendre à de nombreux autres types de jeu : jeu d'aventure comportant des énigmes, jeu de stratégie basés sur une carte… Dans chaque cas le problème de la progressivité du gameplay et de la transmission d'information se pose. Le problème le plus complexe concerne les jeux d'action dont la période de la boucle de gameplay est liée au temps d'assimilation de nouveaux réflexes. Ceci nécessite d'analyser les capacités psychomotrices sollicitées par le jeu en fonction des types de handicap et du type (sonore, tactile…) des informations retournées au joueur.

Enfin la poursuite des travaux sur le design sonore doit permettre de faire émerger des familles de signaux auditifs aisément discernables les uns par rapport aux autres. De cette façon, il doit être possible de rendre les situations de jeu plus rapidement identifiables par le joueur. Ainsi, les temps de réaction pourraient être diminués et les situations de jeu gagneraient en intensité. De telles recherches faciliteraient également la mise en place de situations de jeu en multijoueur où chaque joueur percevrait l'environnement de son avatar selon un jeu d'earcones qui lui serait propre. Nous travaillons sur ce dernier aspect en poursuivant le développement de « Pyvox 3 », un jeu de labyrinthe jouable à deux joueurs simultanément sur le même ordinateur.

Publications

T. Gaudy, S. Natkin et D. Archambault. Pyvox 2: an audio game accessible to visually impaired people playable without visual nor verbal instructions. In Edutainment 2008, the 3rd International Conference on E-learning and games, Nanjing, 25 - 27 june, 2008.

D. Archambault, T. Gaudy, K. Miesenberg, S. Natkin et R. Ossmann. Towards generalised accessibility of computer games. In Edutainment 2008, the 3rd International Conference on E-learning and games, Nanjing, 25 - 27 june, 2008.

D. Archambault, R. Ossmann, T. Gaudy et K. Miesenberger. Computer Games and Visually Impaired People. Upgrade, 8(2): 43-53, 2007.

T. Gaudy, S. Natkin, C. Leprado, T. Dilger et D. Archambault. Tampokme : A Multi-Users Audio Game Accessible To Visually And Motor Impaired People. In proceedings of CGAMES 2007. La Rochelle. 21st-23rd November, 2007.

T. Gaudy, S. Natkin et D. Archambault. Playing audiogames without instructions for uses: to do without instruction leaflet or without language itself?. In CGAMES 2006, Dublin, 21-24 novembre, pp. 263-268, 2006.

T. Gaudy, S. Natkin et D. Archambault. Classification des jeux sonores selon leur type de jouabilité. In Proceedings of Handicap 2006 Conference, Paris, 7-9 juin, pp. pp 221-226, 2006.

X. Rodet, J.-P. Lambert, R. Cahen, T. Gaudy, F. Guedy, F. Gosselin et P. Mobuchon. Study of haptic and visual interaction for sound and music control in the phase project. In Proceedings of the 2005 conference on New interfaces for musical expression, Vancouver, May 26-28, pp. 109 - 114, 2005.

Bibliographie

A

E. Adams. “The designer’s notebook: Bad game designer, no Twinkie!”. Gamasutra. Juin 2004.

Dominique Archambault, Sébastien Sablé and Aurélie Buaud. “Outils Tactiles et Multimédias pour les Jeunes Handicapés Visuels”. In Adaptations multimodales de jeux multimédia, BrailleNet et la Cité des Sciences et de l'Industrie de La Villette, 2001.

Dominique Archambault. ”Computers for the Development of Young Disabled Children - Introduction to the Special Thematic Session”. ICCHP 2002. pages 170-172, 2002.

Dominique Archambault, Roland Ossmann, Thomas Gaudy and Klaus Miesenberger. “Computer Games and Visually Impaired People”. In: Upgrade, volume VIII, number 2, pages 11. 2007.

B

Maribeth Back and Maureen C. Stone. “The Kinetic Mandala: Audio a-Life in a Web-based 3D Environment”. VRML 1999. pages 85-91, 1999.

Claude Bailblé. “La perception et l’attention modifiées par les dispositifs du cinéma”. Thèse de doctorat d’université. Université de Paris VIII. 1999.

Scott Bauer, “blind teen amazes with video game skills”, Associated Press. 28 juillet 2005.

B. Berglund, K. Harder and A. Preis. “Annoyance perception of sound and information extraction”. In Journal of the Acoustical Society of America, 95(3), pages 1501-1509. 1994.

S. Björk, J. Falk, R. Hansson and P. Ljungstrand. “Pirates! Using the Physical World as a Game Board”. Interact 2001, IFIP TC.13 Conference on Human-Computer Interaction. 9-13 juillet, Tokyo, Japan, 2001.

Meera M. Blattner, Denise A. Sumikawa and Robert M. Greenberg. “Earcons and Icons : Their Structure and Common Design Principles”. ACM SIGCHI Bulletin, Vol 21 Issue 1, 1989.

Jan O. Borchers. “Designing Interactive Music Systems: A Pattern Approach”. HCI (1) 1999. pages 276-280, 1999.

Stephen A. Brewster, Peter C. Wright and Alistair D. N. Edwards. “An evaluation of earcons for use in auditory human-computer interfaces”. INTERCHI 1993, pages 222-227, 1993.

Stephen A. Brewster. “Navigating Telephone-Based Interfaces with Earcons”. BCS HCI 1997. pages 39-56, 1997.

S.A. Brewster. “Non-speech auditory output”. In Jacko, J.A. and Sears, A. (Eds) Human-Computer Interaction Handbook, Chap 12. pages 220-239. Mahwah, NJ.: Lawrence Erlbaum Associates. 2002.

S.A. Brewster, P.C. Wright and A.D.N. Edwards. “Experimentally derived guidelines for the creation of earcons”. In Adjunct Proceedings of BCS HCI'95, Huddersfield, UK, pages 155-159, 1995.

Stephen A. Brewster. “Using Nonspeech Sounds to Provide Navigation Cues”. ACM Trans. Comput.-Hum. Interact. 5(3), pages 224-259, 1998.

Stephen A. Brewster, Andrew Crossan, Murray Crease. “Automatic volume control for auditory interfaces”. In Proceedings of BCS HCI 2000, Volume II Sunderland, UK, pages 17-18. 2000.

Aurélie Buaud, Benoît Roussel, Dominique Burger and Dominique Archambault. “Les enjeux de l'ergonomie pour la conception d'interfaces adaptées aux personnes handicapées visuelles”. In Actes du 8ème séminaire CONFERE : De la Conception des Produits et des Services Innovants au Développement Local et Durable. LCPNI, ENSAM, pages 226-232, 2001.

(a) Aurélie Buaud, Benoît Roussel, Patrick Truchot, and Dominique Archambault. “Proposition d’une approche centrée sur les utilisateurs pour la conception de jeux multimédias : Jeux multimédias adaptés pour les enfants déficients visuels”. In Actes du 9ème séminaire CONFERE, 2002.

(b) Aurélie Buaud, Harry Svensson, Dominique Archambault and Dominique Burger. “Multimedia Games for Visually Impaired Children”. ICCHP 2002, pages 173-180, 2002.

W. Buxton. “Introduction to this special issue on nonspeech audio”. In Human Computer Interaction, 4(1), 1-9. 1989.

C

Dominique Cardon and Fabien Granjon. “Réseaux de sociabilité et pratiques des jeux vidéo”. Communication aux Journées d’étude : Internet, jeu et socialisation, Groupe des Ecoles des Télécommunications, Paris, 5-6 décembre 2002.

Sébastien Chevallier. “D’une démarche ergonomique pour le développement des logiciels de loisir”. Ressource de hyperpsy.levillage.org, 2003.

David Cohn. The Blind Fragging the Blind. From Wired.com, 14 mars 2005.

Nick Collins, “Algorithmic Composition Methods for Breakbeat Science”. ARiADA 3, 2003.

S. Cornett. “The usability of massively multiplayer online roleplaying games: Designing for new users”. In Proceedings of the 2004 Conference on Human Factors in Computing Systems. ACM Press, New York, 703-710. 2004. (cité par P. Sweetser and P. Wyeth, 2005).

J.Coutaz, C.Lachenal, F.Berard and N.Barralon. “Quand les surfaces deviennent interactives... ” Les cahiers du numérique : Ces objets qui communiquent. Edition Hermes – Lavoisier, pages 101-126, 2002.

Chris Crawford. “Chris Crawford on Game Design”. New Riders Publishing. 2003.

Mihaly Csikszentmihalyi. “Flow: the Psychology of Optimal Experience”. Harper & Row, 1990.

D

Alireza Darvishi, Eugen Munteanu, Valentin Guggiana, Helmut Schauer, M. Motavalli and Matthias Rauterberg. “Designing environment sounds based on the results of interaction between objects in the real world”. INTERACT 1995. pages 39-42, 1995.

H. Desurvire, M. Caplan and J.A. Toth. “Using heuristics to evaluate the playability of games”. In Extended Abstracts of the 2004 Conference on Human Factors in Computing Systems. ACM Press, New York, 1509-1512. 2004. (cité par P. Sweetser and P. Wyeth, 2005)

Rusel Demaria & Johnny L.Wilson. “High Score! The illustrated history of electronic games”. McGraw-Hill Osborne Media. 2002.

Thomas M. Drewes, Elizabeth D. Mynatt and Maribeth Gandy. “Sleuth: An audio experience”. In ICAD2002, 2002.

Henry Newton Dunn, Hiroki Nakano and James Gibson. “Block Jam: A Tangible Interface for Interactive Music”. NIME 2003. pages 170-177, 2003.

E

Barrie Ellis. “Game Not Over: Expanding the Market through Accessible Games”. OneSwitch.org.uk, 20th March 2006, partial update 5th December 2006.

ENJMIN, Equipe Eoliane. “Document de Game Design de Eoliane”. DESS Jeux Vidéo et Médias Interactifs. 2003.

Yvonne Eriksson and Dan Gärdenfors. “Computer games for children with visual impairments”. Proceedings of 5th International Conference on Disability, Virtual Reality and Associated Technologies, Oxford, UK, 2004.

F

M. Federoff. “Heuristics and usability guidelines for the creation and evaluation of fun in video games”. Unpublished thesis, Indiana Univ. Bloomington. 2002. (cité par P. Sweetser and P. Wyeth, 2005)

M. Feir. “A Decade’s Accessible Gaming: An Old Editor’s Anniversary Observations”. Audyssey, 49. 2006.

G

Andrea Gaggioli, Marta Bassi and Antonella Delle Fave. “Quality of experience in virtual environments”. In Riva, Giuseppe, Davide, Fabrizio and IJsselsteijn, Wjinand : Being There: Concepts, effects and measurement of user presence in synthetic environments. IOS Press. 2003.

(a) Viviane Gal, Cécile Le Prado, Stéphane Natkin and Liliana Vega. “Quelques aspects de l'économie du jeu vidéo”. In Journées d'études "jeu et socialisation", Eclos des télécommunications, paris, décembre 2002.

(b) Viviane Gal, Cécile Le Prado, Stéphane Natkin and Liliana Vega. “Writing for video games”. In VRIC 2002, Laval, France, 2002.

Dan Gärdenfors. “Designing Sound-Based Computer Games”. Digital Creativity, Volume 14, Issue 2, pages 111-114, June 2003.

(a) Thomas Gaudy. “Avant dernière Phase”. Mémoire de stage de DEA Enjeux Sociaux et Technologies de la Communication du CNAM. 2004.

(b) Thomas Gaudy. “Le Visiteur sur la narration interactive”. Dossier de DEA Enjeux Sociaux et Technologies de la Communication du CNAM. 2004.

(a) Thomas Gaudy, Stéphane Natkin and Dominique Archambault. “Classification des jeux sonores selon leur type de jouabilité”. In Proceedings of Handicap 2006 Conference, pages 221-226. Paris. 7-9 juin 2006.

(b) Thomas Gaudy, Stéphane Natkin and Dominique Archambault. “Playing audiogames without instructions for uses: To do without instruction leaflet or without language itself ?” In Proceedings of CGAMES 2006, Dublin, 21-24 novembre, 2006.

W.W. Gaver. “The Sonic Finder: An Interface that Uses Auditory Icons”. The Use of Non-Speech Audio at the Interface, ACM Press, CHI '89 Austin. pages. 5.85-5.106. Texas, USA. 1989.

Lalya Gaye, Lars Erik Holmquist and Ramia Mazé. “Sonic City: The Urban Environment as a Musical Interface”. Proceedings of NIME 2003 New Interfaces for Musical Expression. McGill University, Montreal, Canada, 2003.

J. P. Gee. “Learning by design: Games as learning machines”. Gamasutra. March 2004. (cité par P. Sweetser and P. Wyeth, 2005).

Sébastien Genvo. “Introduction aux enjeux artistiques et culturels des jeux vidéo”. Éditions L’Harmattan, Coll. Champs visuels. 2003.

(a) Antoine Gonot, Noël Château and Marc Emerit. “Evaluation de l’ergonomie d’un dispositif audio 3D pour l’assistance à la navigation dans un environnement virtuel complexe”. In CFA, Congrès Français d'Acoustique, Tours, 24-27 avril 2006.

(b) Antoine Gonot, Noël Chateau and Marc Emerit. “Usability of 3D-Sound for Navigation in a Constrained Virtual Environment” . In 120th AES Convention, Paris, 20–23 Mai 2006.

(c) Antoine Gonot, Stéphane Natkin, Marc Emerit and Noël Chateau. “An Experiment in the Perception of Space through Sound in Virtual World and Games”. In CGAMES 2006, Dublin, November 21-24, 2006.

Antoine Gonot, Stéphane Natkin, Marc Emerit and Noël Chateau. “The roles of spatial auditory perception and cognition in accessibility of game map with a first person view”. In IJIGS, International Journal of Intellig, 4(2), N.E. Gough and Q.H. Mehdi, 2007.

Dimitrios Grammenos, Anthony Savidis, Yannis Georgalis and Constantine Stephanidis. “Access Invaders: Developing a Universally Accessible Action Game”. Proc. ICCHP 2006 (10th International Conference on Computers Helping People with Special Needs) 4061:388—395. Linz. Austria, July. 2006.

Dimitrios Grammenos, Anthony Savidis, Constantine Stephanidis. “UA-Chess: A Universally Accessible Board Game”. Proceedings of the 3rd International Conference on Universal Access in Human-Computer Interaction , Las Vegas, Nevada, July, 2005.

Dimitrios Grammenos, Anthony Savidis, Constantine Stephanidis. C. “Unified Design of Universally Accessible Games Universal Access in Human-Computer Interaction. Applications and Services”. Proceedings (Part III)

of the 4th International Conference on Universal Access in Human-Computer Interaction 4556:607--616, Beijing, China, August, 2007.

Christophe Guillemin, “La Nintendo DS best-seller du marché français du jeu vidéo”, In ZDNet.fr. Business et Technologies, 4 janvier 2008.

H

Rikke Hadrup, Pelle Svane Jakobsen, Mathilde Schytz Juul, Dan Lings and Ásta Olga Magnúsdóttir. “Designing an Auditory W-LAN based Game”. Proceedings of Mobile Entertainment: User-Centered Perspectives. pages 207-214, 2004.

Chris Hofstader. “What Screen Readers Can Learn from Audio Games”. AFB AccessWorld, Technology and People Who Are Blind or Visually Impaired, Volume 7, Number 2, March 2006.

Keith J. Holyoak and Paul Thagard. “Mental Leaps. Analogy in Creative Thought”. Bradford book. 1996.

R. Hunicke, M. LeBlanc and R. Zubek. “MDA: A Formal Approach to Game Design and Game Research.” Proceedings of the Challenges in Game AI Workshop, Nineteenth National Conference on Artificial Intelligence. 2004.

Shuo Hsiu Hsu, Cécile Le Prado, Claude Liard and Stéphane Natkin. “New type of auditory progress bar: exploration, design and evaluation”. In Human Computer Interaction (HCI 2007). Spriger Verlag. Beijing. Juillet 2007.

I

IGDA. “Accessibility in games: Motivations and approaches, white paper”. 2004.

Daniel Ichbiah. “La saga des jeux vidéo. De Pong à Lara Croft”. Vuibert. 2004.

J

C. Jenova. “Flow in games”. MFA Thesis, University of Southern California. 2001.

Daniel Johnson and Janet Wiles. “Effective Affective User Interface Design in Games”. Ergonomics. 46, pages 13-14, novembre 2003.

Anker Helms Jørgensen. “Marrying HCI/Usability and computer games: a preliminary look”. NordiCHI 2004. pages 393-396, 2004.

Jasper Juul and Half Real. “Video Games between Real Rules and Fictional Worlds”. MIT Press. 2004.

K

Alan C. Kamil and Ken Cheng. “Way-finding and landmarks: the multiple-bearings hypothesis“. In Journal of Experimental Biology, 204, pages 103-113, 2001.

P. Kearney. “Playing in the sandbox: Developing games for children with disabilities”. DiGRA 2005 Changing Views: Worlds in Play International Conference. Vancouver, Canada, 2005.

Steven L. Kent. “The Ultimate History of Video Games: From Pong to Pokemon and Beyond...The Story Behind the Craze that Touched Our Lives and Changed the World”. Crown Publishing Group. 2001.

J. Kildal and S.A. Brewster. “Explore the matrix: Browsing numerical data tables using sound”. In Proceedings of the 11th International Conference on Auditory Display (ICAD2005). Limerick, Ireland, Juillet 2005.

Ryan Kim. “Video dance game to be used in schools. West Virginia taps Konami's system to help fight obesity”. San Fransisco Chronicle, Mercredi 25 janvier. Page c-1. 2006.

Hilary Kindschuh. “Blind video game star prepares for Mortal competition in Japan”, Lincoln Journal Star. lundi 09 janvier 2006.

L

Alain Le Diberder and Frédéric Le Diberder. “L’Univers des jeux vidéo”, Editions La Découverte, 1998.

(a) G. Leplâtre and S. A. Brewster. “An Investigation of Using Music to Provide Navigation Cues”. In Proceedings of ICAD 98, British Computer Society, Glasgow, UK,1998.

(b) G. Leplâtre and S. A. Brewster. “Perspectives on the Design of Musical Auditory Interfaces”. Focus conference on Anticipation, Cognition and Music. Liege, Belgium, août 1998.

Cécile Le Prado. “Sound installation and Spacialization”. Chapitre de livre, Women in art and technology. MIT Press, 2001.

Cécile Le Prado and Stéphane Natkin. “Sound and music design for games and interactive”. In Sound and music computing Conference SMC06. 2006.

Jane Lessiter, Jonathan Freeman, Edmund Keogh and Jules Davidoff. “A Cross-Media Presence Questionnaire: The ITC-Sense of Presence Inventory”. Presence. 10(3), pages 282-297, 2001.

M

D. L. Mansur, M. Blattner and K. Joy. “Sound-Graphs: A numerical data analysis method for the blind”. In Journal of Medical Systems, 9, 163-174. 1985. (cité par Brewster,2002)

R. Maze and M. Jacobs. “Sonic city: prototyping a wearable experience”. In Wearable Computers, 2003. Proceedings. Seventh IEEE International Symposium on Volume, Pages 160-163. 18-21 octobre 2005.

R J McCrindle and D Symons, “audio space invaders” Proc. 3rd Intl Conf. Disability, Virtual Reality & Assoc. Tech, Alghero, Italy, 2000.

David K. Mcgookin, Stephen A. Brewster. “Applying Auditory Scene Analysis Principles to Concurrent Earcon Recognition”, TAP Volume 1, Number 2, Pages 130-155, 2004.

Julien Mengin. “Réalisation d’une expérimentation ludique musicale accessible aux personnes déficientes visuelles”. Mémoire de Master 2. ITIN, 2007.

Le Ministère de la santé, de la jeunesse, des sports et de la vie associative. “Bruit et santé – prévention des effets auditifs du bruit ”. mai 2005 (actualisation mars 2007).

P . Mormiche and V. Boissonnat. “Handicaps et inégalités sociales : premiers apports de l'enquête " Handicaps, incapacités, dépendances "”. Revue Française des Affaires Sociales. pages 267-285. janvier-juin 2003.

N

Stéphane Natkin and Chen Yan. “A Typology of the Relationships between Real and Virtual Worlds”. In the 7th International Conference of CGAMES, Edited by Q. Mehdi, N. Gough a, Angouleme, France, pages 223-231, 28-30 Novembre 2005.

Stéphane Natkin. “Video games and Interactive Media: A Glimpse at New Digital Entertainment”. AK Peters, 2006.

O

Aude Olivier. “Le bruit nuit gravement à la santé”. Journal du CNRS n°204, halte au bruit. Janvier 2004.

(a) Roland Ossmann, Dominque Archambault and Klaus Miesenberger. “Computer game accessibility: From specific games to accessible games”. In Proceedings of CGAMES’06 Conference (9th International Conference on Computer Games), Dublin, Ireland. 2006.

(b) Roland Ossmann, and Klaus Miesenberger. “Guidelines for the development of accessible computer games”. In Miesenberger, K., Klaus, J., Zagler, W., and Karshmer, A., editors, Proc. ICCHP 2006 (10th International Conference on Computers Helping People with Special Needs), volume 4061 of LNCS, pages 403–406, Linz, Austria. Springer. 2006.

P

R. Pagulayan, K. Keeker, D. Wixon, R. Romero and T. Fuller. “User-centered design in games”. In The Human-Computer Interaction Handbook: Fundamentals, Evolving Techniques and Emerging Applications. J. A. Jacko and A. Sears (eds.). Lawrence Erlbaum Associates, Mahwah, NJ, 883-905. 2003. ☺ (cité par P. Sweetser and P. Wyeth, 2005).

R. D. Patterson. “Guidelines for the design of auditory warning sounds”. In Proceeding of the Institute of Acoustics, Spring Conference, 11(5). pages 17-24. 1989.

J. Printz. “Le génie Logiciel”. QSJ, Paris, 2002, cité par Stéphane Natkin. Video games and Interactive Media: A Glimpse at New Digital Entertainment. AK Peters, 2006.

Q

R

Martin Raubal and Stephan Winter. “Enriching Wayfinding Instructions with Local Landmarks”. GIScience 2002. pages 243-259, 2002.

M. Rath and D. Rocchesso. “Continuous Sonic Feedback from a Rolling Ball”. In IEEE MultiMedia, Volume 12, Issue 2, p.60-69. 2005.

Giuseppe Riva and Carlo Galimberti. “Towards CyberPsychology: Mind, Cognitions and Society in the Internet”. Amsterdam. IOS Press. 2001, 2002, 2003.

Niklas Röber and Maic Masuch. “Playing Audio-only Games: A compendium of interacting with virtual, auditory Worlds”. DIGRA Conf. 2005, 2005.

Sandrine Roche, “Etude de l’accessibilité des interfaces courantes pour les personnes handicapées visuelles vers une réflexion sur les Webmails”. Mémoire de Master 2, ITIN, 2007.

Xavier Rodet, Jean-Philippe Lambert, Roland Cahen, Thomas Gaudy, Fabrice Guedy, Florent Gosselin and Pascal Mobuchon. “Study of haptic and visual interaction for sound and music control in the PHASE project”. In Proceedings of the 2005 conference on New interfaces for musical expression, Vancourer, 26-28 mai, pages 109-114, 2005.

Andrew Rollings and Ernest Adams. “On Game Design”. New Riders Publishing. 2003.

Patrick Roth, Lori Petrucci, André Assimacopoulos and Thierry Pun. “Audio-Haptic Internet Browser and Associated Tools for Blind Users and Visually Impaired Computer Users”, In C. Germain, O. Lavialle and E. Grivel eds., COST 254 Intelligent Terminals, Workshop on Friendly Exchanging Through the Net, Bordeaux, France, pages 57-62, 22-24 mars 2000.

Israel Rosenfield. “l’Invention de la mémoire”. Flammarion. 1997.

S

Katie Salen and Eric Zimmerman. “Rules of Play”. MIT Press. 2004.

Jaime Sánchez, Nelson Baloian, Tiago Hassler and Ulrich Hoppe. “AudioBattleShip - blind learners cognition through sound”. Conference on Human Factors in Computing Systems CHI '03 extended abstracts on Human factors in computing systems, Pages 798 – 799, 2003.

A. Sepchat, N. Monmarché, M. Slimane and D. Archambault. “Semi automatic generator of tactile video games for visually impaired children”. In Miesenberger, K., Klaus, J., Zagler, W., and Karshmer, A., editors, Proc. ICCHP 2006 (10th International Conference on Computers Helping People with Special Needs), volume 4061 of LNCS, pages 372–379, Linz, Austria. Springer. 2006.

Shann. “Plus c’est court, plus c’est bon”, Dossier Gameblog.fr. Presse Start. Décembre 2007.

W. Smoliar. “The role of music in multimedia”. IEEE Multimedia. pages 9-11. 1994.

Penelope Sweetser and Peta Wyeth. “GameFlow: a model for evaluating player enjoyment in games”. Computers in Entertainment, 3(3): 3, 2005.

T

R. Tortel, D. P. Luigi, A. Dozois, S. Bouchard, J. F. Morie and D. Ilan . “The effects of scent and game play experience on memory of a virtual environment”. Virtual Reality, Springer London. Février 2007.

TIM partners. “Deliverable N°: D12 Game function report”. Project funded by the European Community under the “Information Society Technology” Programme. 2001.

U

V

Eric Velleman, Richard van Tol, Sander Huiberts and Hugo Verwey. “3D Shooting Games, Multimodal Games, Sound Games and More Working Examples of the Future of Games for the Blind”. ICCHP 2004, pages 257-263, 2004.

W

Bruce N. Walker, Jeffrey Lindsay and Justin Godfrey. “The Audio Abacus: representing numerical values with nonspeech sound for the visually impaired”. Proceedings of the Sixth International ACM SIGCAPH Conference on Assistive Technologies ASSETS 2004, Atlanta, 18-20 octobre, 2004.

Fredrik Winberg and Sten-Olof Hellström. “The quest for auditory direct manipulation: the sonified Towers of Hanoi”. In P. Sharkey, A. Cesarani, L. Pugnetti, & A. Rizzo (Eds.). Proceedings of the 3rd International Conference on Disability, Virtual Reality and Associated Technologies (ICDVRAT 2000), pages 75-81. Reading, UK, 2000.

Bob G. Witmer and Michael J. Singer: “Measuring Presence in Virtual Environments: A Presence Questionnaire”. Presence. 7(3), pages 225-240, 1998.

World Health Organization. “Magnitude and causes of visual impairment”. Fact Sheet N°282. Novembre 2004.

X

Y

Chen Yan. "Jeux vidéo multijoueurs ubiquitaires adaptatifs: principes de conception et architecture d'exécution". Thèse en cotutelle avec Orange Labs de France Telecom sous la direction de Stéphane Natkin. Doctorat CNAM. Paris. 2007.

Annexes

1 Descriptions de mécanismes ludiques de jeux sonores

Nous avons identifié dans la première partie de cette thèse quatre familles de jeux sonores. Deux de ces catégories, les jeux de stratégie et les jeux de société, sont essentiellement des jeux textuels du fait de la complexité de leurs règles. Les deux autres catégories de jeux utilisent d'avantage des sonorités non verbales. Les jeux d'exploration reposent sur des mécanismes ludiques d'exploration géographique tandis que les jeux d'action reposent plutôt sur des mécanismes d'interaction centrés sur une notion de synchronisation.
Nous identifions ainsi deux axes d'analyse :

- Les mécanismes d'exploration, en distinguant ceux qui servent à agir et ceux qui servent à percevoir.

- Les mécanismes de synchronisation qui dépendent de différents facteurs que nous allons identifier.

Tous les jeux sonores combinent à différents degrés ces types de mécanismes ludiques.
Nous pensons que la difficulté de la prise en main d'un jeu sonore dépend, à chaque étape d'avancement du déroulement d'une partie, de son mécanisme d'interaction le plus complexe.

1.1 Hiérarchisation des mécanismes d'exploration

Nous présentons dans cette partie, de façon non exhaustive, différents mécanismes associés à l'exploration spatiale, depuis ceux qui nous paraissent être les plus simples aux plus complexes.

1.1.1 La téléportation

La façon la plus simple de déplacer un avatar est de le téléporter, en considérant un point de départ et éventuellement un point d'arrivée. L'avatar doué du pouvoir de téléportation ne passe par aucune étape intermédiaire. Lors de la téléportation, l'univers de l'avatar se résume à ces deux lieux géographiques : départ et arrivée. Le lieu de destination peut être ou non prévisible par le joueur. Par exemple, le pouvoir de téléportation proposé dans le jeu visuel « Astéroid » envoie l'avatar vers une arrivée imprévisible. La téléportation peut aussi être une forme d'ellipse dans l'interactivité d'un jeu, particulièrement utile lorsque le joueur termine un niveau et que son avatar doit être conduit rapidement vers le défi suivant. Ce mécanisme de téléportation peut être associé à une touche de clavier, à l'utilisation d'un bouton ou n'importe quelle action réalisable par le joueur ou permise par l'environnement de jeu.

1.1.2 Le déplacement unilatéral

Il s'agit d'un déplacement qui n'est rendu possible que dans une unique direction. Ce mécanisme de déplacement ne demande au joueur que d'utiliser une simple touche. Lorsque la situation de retour en arrière n'apporte rien au gameplay, ce mode d'exploration extrêmement simple, combiné avec un autre mécanisme ludique, peut être particulièrement pratique pour constituer un gameplay facilement abordable. Il est utilisé lors du premier niveau du jeu sonore « Tarzan junior »: l'avatar ne peut se déplacer que devant lui et est confronté à chaque nouveau pas à l'une des trois situations suivantes : 1- un ennemi l'attaque, 2- un précipice requiert une manipulation spéciale pour être franchi et 3- il ne se passe rien.

1.1.3 La rotation

Elle peut être uni ou bi-directionnelle, par à-coup ou continue, relative à une orientation de départ ou se calant directement sur l'orientation finale désirée. Par exemple, l'avatar du jeu sonore « Judgment day » est une tourelle de tir qui peut traquer la position de ses ennemis tout autour d'elle en pivotant progressivement dans les deux sens. Ce mécanisme utilisé de façon isolée est simple à manipuler par le joueur. L'usage de la stéréo est un très bon guide pour indiquer au joueur dans quel sens il convient de pivoter. Lorsqu'une cible est en face de l'avatar, son rendu sonore est centré. Un mécanisme de rotation est très efficace pour les gameplay nécessitant une activité de visée. Il ne permet, en revanche, pas d'esquiver.
Une autre méthode de rotation, proposée par « Terraformer » consiste à orienter directement l'avatar dans la direction choisie. Le joueur peut ainsi orienter instantanément son avatar dans huit directions distinctes, chacune correspondant aux touches périphériques du pavé numérique.

1.1.4 Le déplacement bilatéral

Avec le déplacement bilatéral, l'avatar peut se déplacer sur un axe.
Ce type de mécanisme est très utilisé dans les jeux de tir. Il est légèrement plus complexe que la rotation car il est possible que l'avatar arrive en butée lorsqu'il atteint une possible limite de la zone de déplacement. Les premières fois, cette situation peut déranger le joueur. Ce mécanisme offre plus de possibilités que la rotation car en plus de l'activité de visée, où le joueur chercherait à placer un éventuel ennemi dans la ligne de mire de son avatar, il rend aussi possible les activités d'esquives, l'ennemi ne comptant pas se laisser supprimer sans riposter. « Mudsplat », « Alien Outback » et beaucoup d'autres « shoot them up » audio proposent ce type de mécanisme.
Actuellement, le gameplay des jeux sonores basés sur un avatar se déplaçant bilatéralement

nécessite toujours deux touches. Le plus souvent, ce sont les touches droite et gauche du pavé fléché. Toutefois, des jeux vidéo montrent qu'il est possible de déplacer de tels avatars en n'utilisant qu'une seule touche.

1.1.5 Le déplacement de type « absolu » dans un espace plan

Chaque pression d'une touche fléchée correspond au déplacement du personnage dans la direction indiquée par la flèche. Les quatre flèches du pavé permettent de déplacer l'avatar sur une grille orthogonale. Les jeux prenant en compte le stick analogique des joypads actuels permettent des déplacements dans des directions couvrant les 360°. Sur console de salon, la majorité des jeux vidéo présentant un avatar qui doit en découdre avec des hordes d'adversaires proposent ce type de déplacement très intuitif, immédiat et plaisant.
Les jeux sonores n'en sont pas encore là. Le clavier ne permet que des déplacements dans quatre directions, mais cela peut constituer une base suffisante. De nombreux jeux vidéo présentant des activités d'exploration se limitaient à ces quatre directions avant l'avènement de la troisième dimension. En contrepartie, l'environnement est simple et peu réaliste car réduit à la juxtaposition de blocs orthogonaux. Un jeu sonore basant son gameplay sur ce type de déplacement est « Super Egg Hunt ». Il offre une qualité de prise en main rapide et plaisante pour un gameplay très simple mais plutôt pauvre.

1.1.6 Le déplacement de type « relatif » dans un espace plan

Il s'agit en fait de la combinaison des mécanismes de déplacement uni ou bilatéral avec des mécanismes de rotation. Les touches fléchées gauche et droite ne permettent pas de déplacer l'avatar mais elles le font pivoter sur lui-même. La touche fléchée haut permet de faire avancer l'avatar dans la direction qui lui fait face. Cette direction n'est pas toujours la même selon son orientation. Le joueur peut ainsi faire avancer son avatar dans toutes les directions d'un plan en deux dimensions par le seul usage de la touche fléchée haut combinée avec la touche fléchée gauche ou droite. Des travaux de spatialisation du son dans les environnements 3D sont applicables à de tels jeux (A. Gonot et al., 2006, a), (A. Gonot et al., 2006, b), (A. Gonot et al., 2006, c).
Il est possible d'obtenir un type de contrôle analogue nécessitant moins de touches soit en automatisant la fonction de rotation ou de progression, soit en différenciant plus finement différents types de pressions pour un même bouton. Ce faisant, ce mécanisme d'exploration devient aussi un mécanisme de synchronisation. Il existe de nombreux jeux vidéo présentant des mécanismes d'exploration selon un contrôle de type relatif où l'accessibilité aux personnes souffrant de problèmes de mobilité a été spécialement étudié : de tels jeux ne nécessitent l'emploi que d'un seul bouton comme dans le jeu visuel de course « Orbit Racers ».

Le déplacement de type relatif permet l'exploration d'un environnement à l'architecture complexe. En revanche, le joueur peut éprouver des difficultés à se le représenter, les points cardinaux bougeant autour du personnage en fonction de ses rotations. De plus, le franchissement d'obstacles peut être assez difficile avec ce type de maniabilité. Par exemple, pour franchir une porte, il ne suffit pas de vouloir se diriger de l'autre coté de la porte, il faut aussi avoir une bonne position de départ, autrement, l'avatar risque de passer son temps à frôler les murs encadrant la porte sans parvenir à localiser l'entrée. Le jeu sonore « La ville sans les yeux 2006 », qui utilise ce type de mécanisme de déplacement, a rencontré ce problème de franchissement de porte et l'exploration des différents bâtiments compris dans le jeu devenait laborieuse. En guise de solution, les concepteurs ont retiré de leur univers de jeu tout ce qui pouvait ressembler à une porte ou un mur. L'intérêt du jeu n'en a pas souffert car il ne s'agissait pas d'un jeu de labyrinthe. En revanche, tous les jeux sonores voulant incorporer un défi de type « labyrinthe » avec ce mécanisme d'exploration risquent d'être délicats à prendre en main.

1.1.7 Le déplacement combinant les modes absolu et relatif

Avec ce mécanisme, l'avatar sait avancer, reculer, tourner sur lui-même mais aussi se déplacer en crabe. Cette dernière possibilité est essentielle pour la plupart des jeux de tir car l'avatar doit pouvoir viser ses ennemis tout en évitant leurs attaques. Ce mode de déplacement est très largement utilisé dans les jeux visuels de type « First Person Shooter » sur PC, où les rotations sont assurées via la souris et les déplacements via le pavé fléché.

Nous pensons qu'il s'agit d'une erreur que de vouloir créer systématiquement des jeux sonores qui soient des copies de ces jeux visuels. Ce type de maniabilité, très intuitive lorsque l'on voit comment l'avatar se déplace sur un écran, devient une source de problèmes peu évidents lorsque l'accessibilité doit reposer sur l'audio. Ce mode de déplacement est utilisé dans les jeux sonores « Terraformers » et « Shade of Doom » qui sont grandement appréciés de leur public mais peu évidents à prendre en main pour les néophytes.

1.2 Mécanismes de perception de l'environnement

Dans le monde réel, des individus déficients visuels savent percevoir la présence d'obstacles autour d'eux grâce à un développement particulier de leurs capacités d'écoute : l'écholocation. De telles capacités peuvent être retranscrites de différentes façons dans le cadre de jeux sonores. Les joueurs ont besoins de percevoir leur action. C'est pourquoi nous proposons une liste de mécanismes utilisés par différents jeux sonores permettant de percevoir et de se représenter la configuration de l'environnement de l'avatar.

1.2.1 Distinction entre collisions et déplacements

Des jeux sonores peuvent se contenter de fournir un retour d'information immédiat sur les actions effectuées, à la façon du jeu sonore de labyrinthe « Talking Maze » qui propose simplement deux sons lors de l'exploration : un bruitage de déplacement et un bruitage de collision. Dans de telles conditions, la stratégie d'exploration du joueur est complètement hasardeuse. Pour entretenir le plaisir du joueur plus de quelques minutes, ce type de retour est insuffisant, mais il présente l'avantage d'être extrêmement simple et il peut se contenter d'une configuration audio en mono. Suite à la présentation d'une maquette de jeu utilisant ce mécanisme, un étudiant en ergonomie de l'ENJMIN, Philippe Chambon, nous avait alors proposé une absence de bruitage pour illustrer les sons de collisions. De cette façon, l'environnement sonore est moins chargé et laisse plus de place pour l'inclusion de messages supplémentaires.

1.2.2 Renseignement sur l'orientation à prendre

Ce type de retour sonore peut s'appuyer sur un retour du son en mono, ce qui peut être très utile pour les jeux réservant l'usage de la stéréo pour d'autres fonctionnalités.
Le jeu sonore « Cyberland Sound Escape » utilise ce type de retour d'information : si le déplacement de l'avatar permet de le rapprocher de la zone à atteindre, il produit alors une sonorité spécifique. Dans le cas contraire, le rendu sonore est différent.

1.2.3 Indice à propos de la distance séparant l'avatar d'une cible

Habituellement, plus une cible se trouve éloignée de l'avatar, plus le volume des sonorités qu'elle émet est faible. Toutefois, ce type de nuance n'est pas toujours aisément décelable à l'oreille et il est préférable d'ajouter un effet supplémentaire. Un effet de réverbération appliqué aux sons de façon de plus en plus marquée à mesure que la distance augmente peut rendre ce type d'information plus précis.

1.2.4 Retour d'information selon le type de zone explorée

Avant le démarrage de cette thèse, nous avons employé ce type de guidage pour une expérimentation intitulée « labyson » (T. Gaudy, 2004, a). Le principe de guidage du « labyson » s'appuie sur trois catégories de sonorités : des sons que nous voulions plutôt agréables lorsque l'avatar se déplace sur le bon chemin. Une autre catégorie de sonorités plus rythmées et dynamiques alerte le joueur que son avatar quitte le chemin et arrive sur une zone de bordure. La troisième catégorie de sons, produite lorsque l'avatar quitte complètement le chemin et sa bordure, est beaucoup moins agréable à entendre de façon à ce que le joueur

cherche à regagner rapidement les bonnes zones. En supplément à ces trois zones, nous recourions à des zones silencieuses, de façon à expérimenter différentes sortes de permutations dans l'ordre de présentation de ces guidages.
Ce type de retour nécessite simplement un son mono.

1.2.5 Sur la quantité de « bon chemin » parcourue

Ce type de rendu a été mis en œuvre de façon mélodique par un groupe d'étudiants de l'ENJMIN, promotion 2006-2007 qui ont réalisé une musique déroulante, à l'occasion du développement d'une maquette de jeu sonore accessible. L'avatar se déplaçant sur le chemin menant à la sortie produit de la musique. Cette musique, jouable en mono, évolue en fonction de la quantité de chemin parcouru. La progression de l'avatar est ainsi illustrée par une évolution musicale, offrant une motivation supplémentaire au joueur pour progresser.

1.2.6 Le centrage d'un son stéréo

La position d'un objet sur un axe est retranscrite par la stéréo gauche droite. L'objet est considéré comme convenablement localisé lorsque le son est centré.
De nombreux shoot them up sonores comme « Mudsplat » ou « Judgement Day » demandent au joueur de localiser des ennemis. La localisation de ces ennemis repose sur ce principe de centrage d'un son stéréo.

1.2.7 Les indications de dépassement d'un objet

Comment, à partir d'un rendu stéréo, indiquer si un objet est devant ou derrière l'avatar ? Dans plusieurs jeux sonores, plutôt que de rechercher un rendu qui se voudrait « réaliste », ce type d'information est donné en recourant à une modification de la hauteur du rendu sonore de l'objet à localiser. Un objet sonore situé devant l'avatar aura tendance à sonner de façon plus aigue que s'il se trouvait derrière lui. Mansur, Blattner et Joy, cités par Brewster (Brewster, 2002), mettent en évidence un effet intéressant : des auditeurs, même très jeunes, ont tendance à percevoir un son aigu comme provenant d'un point situé plutôt en haut sur un plan vertical tandis que des sons plus graves sont situés plutôt en bas sur ce même plan (D. L. Mansur et al., 1985).

1.2.8 La perception d'obstacles distants faisant face à l'avatar

Dans le jeu vidéo « Zelda, a link to the past », la découverte du boomerang permet à de très bons joueurs aveugles de mieux se représenter l'environnement virtuel : en le lançant et en évaluant le temps qu'il met à revenir, il est possible de mesurer la distance qui sépare l'avatar

d'un éventuel obstacle. Ce type de guidage est ici accidentel. D'autres jeux sonores comme « Shade of doom » ou « Monkey Business » l'utilisent sciemment.

1.2.9 La perception en éventail d'obstacles distants

Sur le même principe que précédemment, il s'agit cette fois d'informer le joueur sur la configuration de l'environnement virtuel sur une distance moindre mais sur une étendue plus large. Ainsi, les premiers retours d'informations concernent par exemple la zone située à gauche de l'avatar. Sitôt la recherche d'obstacle sur cette zone effectuée, une autre zone située un peu plus à droite va être analysée et ainsi de suite jusqu'à ce que toute une large portion de territoire située devant l'avatar soit passée au crible. Ce type de guidage est utilisé par exemple dans le jeu sonore « Monkey Business ». L'utilisation de ce type d'indice, reposant de préférence sur la stéréo, n'est pas facile pour les joueurs débutants. Il est délicat de déplacer l'avatar pendant l'exécution de ce type de mécanisme.

1.2.10 La perception de passages dégagés ou bloqués

La perception de passage dégagés ou bloqués s'appuie sur un contraste de rendu sonore pour illustrer un changement entre deux états : libre ou dégagé. Un tel mécanisme peut s'appliquer simultanément pour plusieurs directions. Par exemple, le jeu « Shade of Doom » donne de façon permanente des indications sur l'état d'obstruction des cotés gauche et droit de l'avatar selon le rendu des bruits de pas de ce dernier.

1.2.11 Les boussoles sonores

Beaucoup de jeux sonores proposent un maniement de l'avatar basé sur des mécanismes de déplacement relatif. Dans ce cas, il est fréquent que le joueur soit désorienté. De tels jeux pallient à ce problème en proposant des mécanismes perceptifs inspirés par le principe de la boussole. Le mécanisme peut s'appuyer sur des informations sonores délivrées ponctuellement ou en continu. Les informations peuvent être verbales ou non langagières.
Le jeu sonore « Terraformer » utilise une boussole sonore langagière se déclenchant de façon ponctuelle sous ordre du joueur. « Shade of Doom » utilise en plus de ce système une boussole diffusant des informations sonores en continu et de façon non verbale : selon l'orientation de l'avatar, le joueur entend différents rendus sonores de vents.
Le premier système est plus explicite mais il gêne les autres activités du joueur. Difficile de lutter contre un adversaire particulièrement collant et de se préoccuper en même temps de son orientation. Dans le cas où l'avatar doit fuir sans perdre de temps ni risquer de se perdre dans une impasse, une boussole verbale est plutôt problématique. Le second système permet de renseigner le joueur tout en le laissant libre d'effectuer diverses autres activités. Les signaux

sonores doivent être suffisamment discrets pour être rendus supportables pendant toute la partie.

1.2.12 Illusions perceptives d'explorations intéressantes

Dans le cadre offert par les jeux numériques, il est tout à fait envisageable de proposer des environnements irréalistes qui viendraient déranger la représentation des architectures de niveaux de jeu chez le joueur.
Quelques jeux vidéo comme « Legacy of Kain : Soulreaver », « Super Mario Galaxy » ou encore « Portal » proposent des originalités architecturales intéressantes.
Les jeux sonores pourraient pousser plus loin cette recherche d'environnements à l'architecture surprenante.

1.3 Facteurs servant à la création de mécanismes de synchronisation

Les deux parties précédentes traitent de l'environnement : les façons d'y agir et de le percevoir. Ce sont les deux facettes de la dimension spatiale dans laquelle la plupart des avatars de jeux numériques sont amenés à évoluer. Dans cette partie, nous considérons maintenant l'autre dimension cruciale utilisée par la plupart des jeux numériques : le temps, et ses répercutions sur l'évolution de l'avatar. Il n'est plus question d'exploration mais de principes de synchronisation.
Nous présentons différentes variables à prendre en compte pour l'élaboration de mécanismes de synchronisation.

1.3.1 Conséquences en cas d'action selon la bonne synchronisation

Les mécanismes de synchronisation se définissent selon le moment où le joueur interagit. Pour simplifier au maximum, nous distinguons les « bons moments » et les « mauvais moments ».
Le jeu doit apporter des gratifications différentes selon que le joueur agisse au bon ou au mauvais moment. Si les conséquences ne diffèrent pas, le mécanisme de synchronisation n'a aucune incidence sur le gameplay et ne sert à rien.
Nous voulons que le joueur interagisse au bon moment. Lorsque cette situation survient, il convient de récompenser le joueur en lui permettant de rester dans la partie ou en le faisant progresser vers la victoire.

1.3.2 Conséquences en cas d'action selon une mauvaise synchronisation

Une mauvaise synchronisation ne doit pas forcement être sanctionnée. En fait, les situations où le joueur ne parvient pas à interagir selon la bonne synchronisation sont si nombreuses qu'il vaut mieux ne pas le pénaliser sous peine de le voir abandonner la partie. C'est le cas des situations proposées par les jeux de tir où le joueur a l'occasion de tirer sur un adversaire mais qu'il ne le fait pas ou qu'il le fait au mauvais moment.

Pour d'autres situations, les conséquences négatives en cas d'échec peuvent porter sur différents aspects du jeu. Par exemple, la progression vers la victoire peut être gelée, ralentie ou repoussée. Les attributs de l'avatar peuvent être altérés ou diminués.

Le joueur peut être pénalisé à cause d'une absence d'interaction (l'avatar ne se défend pas d'une attaque et perd un point de vie) ou d'une interaction au mauvais moment (l'avatar saute pour saisir une liane qui se balance au dessus d'un précipice mais il le fait au mauvais moment : il rate la liane et périt écrasé au fond du trou).

La pénalité peut être immédiate ou survenir plus tard dans la partie. Prenons l'exemple d'un jeu de course où l'avatar (devenu bolide de compétition) s'apprête à prendre un virage serré à pleine vitesse. Cette situation pourrait aussi se traduire, si le jeu de course n'est pas très réaliste, par la nécessité d'appuyer sur le bouton correspondant à l'usage du frein à main pendant un certain temps en orientant le stick analogique du paddle à fond pour tourner, puis de lâcher le bouton de frein à main pour presser celui correspondant à l'accélérateur tout en réajustant le stick analogique pour rétablir la voiture dans l'axe de la route. La situation « prendre un virage » correspond ainsi à un ensemble de mécanismes de synchronisation précisément agencés les uns par rapport aux autres. Une mauvaise manipulation à chacune de ces étapes peut se traduire par un crash. Elle risque aussi d'avoir des conséquences plus tardives : le joueur aura plus de mal à remporter la course.

1.3.3 Complexité de la séquence d'interaction à réaliser

La difficulté du mécanisme de synchronisation dépend aussi de la complexité de la séquence d'interaction que le joueur doit réaliser. Les situations où il doit juste appuyer sur un bouton sont bien différentes de celles où il doit réaliser des enchaînements complexes sur une longue durée et sans se tromper. Les situations qui illustrent le mieux ce deuxième cas sont les « Quick Time Event » (souvent appelés QTE), principes nés avec les jeux vidéo de la série « Dragon Lair », remis au goût du jour avec les jeux de la série « Shen Mu » et reprit par différents styles de jeux d'action aventure comme « God of War » ou « Resident Evil 4 ». Les QTE demandent au joueur la réalisation d'une série d'actions très précises et sans se tromper. Dans ces trois derniers exemples, les séquences d'action à réaliser sont présentées très explicitement. Beaucoup d'autres jeux demandent de réaliser des séquences complexes de

façon plus implicite sans laisser d'avantage le droit à l'erreur.
Pour reprendre notre situation de jeu de course, les manipulations à effectuer avant d'arriver premier sont très nombreuses, en considérant les nombreux virages et les situations d'évitements des concurrents. A un niveau de difficulté extrême, il est rare qu'une seule erreur soit tolérée par le jeu.

1.3.4 Temps laissé au joueur pour réagir

La quantité de temps dont dispose le joueur pour réaliser son action est aussi un facteur essentiel. Certains jeux de combats en duel offrent la possibilité d'effectuer des contre-attaques : lors du laps de temps limité que durent certaines attaques adverses, le joueur peut effectuer une manipulation particulière (par exemple, les commandes correspondant à « arrière + poing ») pour faire un prise de corps à corps à son agresseur. Deux séries utilisent particulièrement cette technique : les jeux vidéo de la série « Tekken » et ceux de la série « Dead or alive ». Les premiers proposent un temps de synchronisation beaucoup plus réduit que les second et rendent cette stratégie de défense plus risquée.

1.3.5 Fréquence d'utilisation des mécanismes de synchronisation

Si les jeux musicaux s'appuient sur des mécanismes de synchronisation qui se succèdent à un rythme effréné mais prévisible, à l'inverse, les jeux qui font reposer pendant une longue durée leur gameplay sur des mécanismes exploratoires puis qui proposent soudainement un mécanisme de synchronisation risquent de décontenancer les joueurs. C'est l'effet escompté par les Quick Time Events. L'augmentation de la difficulté des mécanismes de synchronisation n'est pas uniquement liée à l'augmentation de leur fréquence d'utilisation. La surprise que peut ressentir le joueur est aussi à prendre en compte.

2 Description du jeu sonore « Chrono Souris »

2.1 Principe général : un jeu jouable à la souris

« Chrono Souris » a été conçu afin de savoir si la souris pouvait être un périphérique valable pour y faire reposer le gameplay d'un jeu sonore.
Si la souris (ou le touche pad pour les ordinateurs portables) fait partie de la configuration informatique standard pour les utilisateurs voyants, ce n'est pas le cas pour les utilisateurs aveugles. Le laboratoire Brigitte Fribourg du CNAM, qui travaille sur de nombreuses problématiques liées aux handicaps, a fait beaucoup de travaux pour rendre la souris utilisable (C. Liard et A. Beghdadi, 2001).

Quelques jeux sonores comme « Underwater », « Audioquake » ou « Rail Racer » proposent aux joueurs d'utiliser ce périphérique, avec beaucoup de succès. Bors récapitule les avantages des jeux sonores accessibles compatibles avec la souris (B. Bors, 2007).
La souris procure des sensations inédites par rapport au clavier. Les joueurs déficients visuels peuvent diriger un avatar non plus en pressant des touches mais en effectuant des ensembles de gestes continus (voir les illustrations 4.1 et 4.2).

Illustrations 4.1 et 4.2 : un joueur essaie le jeu « Chrono Souris ».

Pour la plupart des individus aveugles, il est nécessaire d'expliquer pas à pas le mode d'emploi d'une souris. En cas de manque d'espace pour déplacer la souris, l'individu doit savoir comment la replacer ailleurs de façon à ce que le curseur ne reste pas bloqué. Dans « Chrono Souris », les individus pressant le bouton droit de la souris se voient expliquer son maniement.

Voici les principes généraux du jeu « Chrono Souris » :
Le joueur déplace à l'aide de la souris un curseur sur une grille.
Une des cases de la grille est la sortie menant au niveau suivant.
Le jeu se compose de cent niveaux.
La grille comporte aussi des cases pièges ramenant le joueur au niveau précédent.
Le temps pour finir le jeu est limité.
L'environnement sonore recherché est musical et abstrait plutôt que réaliste et basé sur l'usage de la stéréo.

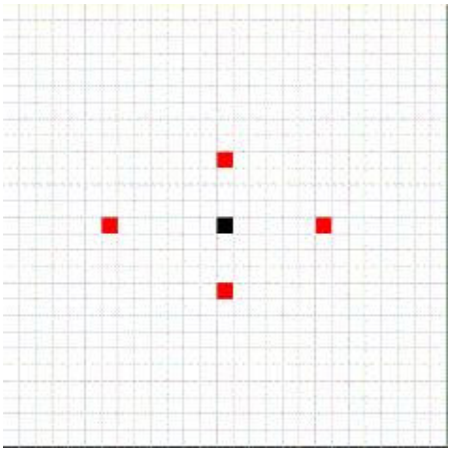
Le joueur peut entendre si la sortie se trouve à droite ou à gauche du curseur grâce à la stéréo.
Le joueur peut entendre si la sortie est plus haute ou plus basse sur la grille par rapport à la position du curseur grâce à des variations de hauteurs du rendu sonore. Ces principes de guidages s'appliquent à deux catégories d'objets sonores : les sorties et les pièges.

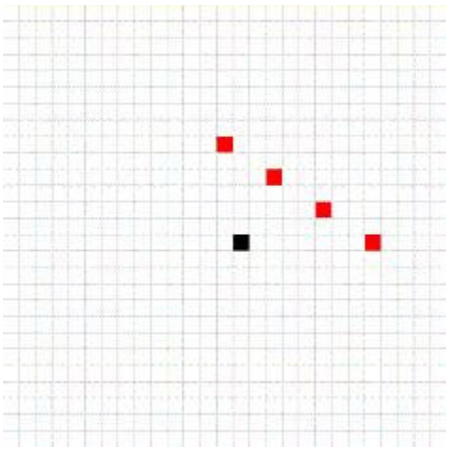
2.2 Level Design de « Chrono Souris »

Dans « Chrono Souris », l'avatar correspond au curseur de la souris.

Lorsque l'avatar rencontre un obstacle, l'exploration continue, mais au niveau inférieur, éloignant le joueur du but final.

Nous avons été gêné par les possibilités audio des outils de développement choisis et il ne nous a pas été possible de mettre en place un grand nombre d'obstacles (nous voulions qu'il soit possible d'entendre de nombreux obstacles dans l'environnement proche de l'avatar, nous avons dû nous cantonner à un maximum de quatre obstacles seulement). Nous avons donc joué surtout sur leurs positionnements (voir les illustrations 4.3 et 4.4).





Illustrations 4.3 et 4.4 : deux niveaux de « Chrono Souris ». A gauche, la sortie est entourée par quatre cases pièges. A droite, ces quatre pièges forment une rangée au nord ouest de la sortie. L'avatar n'est pas représenté.

Au début, ces obstacles ne se trouvent pas sur le chemin direct séparant le point d'arrivée de l'avatar à la sortie. Au fur et à mesure que le joueur franchit les niveaux, les cases pièges se rapprochent de ce chemin direct. Une autre façon d'augmenter progressivement la difficulté du jeu consiste à placer les obstacles de plus en plus proches de la sortie. Si les obstacles sont moins nombreux, ils sont plus pénalisant en cas de collisions car le joueur redescend au niveau inférieur. Malgré ce principe, le jeu risque d'être assez facile à terminer grâce à une exploration méthodique des niveaux qui permet de repérer facilement les obstacles présents en prenant son temps. Le défi et la sensation de flow risquent d'être ruinés à cause de l'adoption d'une stratégie d'exploration sans risque. Il faut donc un principe de gameplay supplémentaire pour corser le jeu.

Nous avons choisi un des plus simples : la course contre la montre. Le temps est limité. La limite de temps atteinte, le jeu s'arrête : game over. Chaque sortie atteinte redonne un petit délai de temps supplémentaire. Le temps est indiqué au joueur par une musique de fond qui monte lentement dans les sons aigues, provoquant un effet de panique croissant. Chaque

bonus de temps offert permet de reculer de quelques secondes la lecture de ce fond musical.
La compréhension des premiers principes d'interaction prend du temps. L'aspect « course contre la montre » n'est mis en place qu'après les premiers niveaux franchis.

Indicateur de progression dans « Chrono Souris »
Le temps de jeu étant chronométré, nous ne voulons pas interrompre le rythme de la partie. Le numéro du niveau est simplement énoncé à intervalle régulier en cours de partie. Ainsi, le joueur arrivé au cinquième niveau entendra « cinq… cinq… cinq… cinq ». La fréquence des répétitions doit être suffisamment espacée pour ne pas fatiguer le joueur.

2.3 Sur quelle configuration faire reposer les autres jeux ?

Parmi l'ensemble des jeux développés dans le cadre de cette thèse, « Chrono Souris » fut celui qui fut le plus apprécié par certains joueurs. Les sensations offertes par la souris ne peuvent être reproduites par un maniement au clavier. Néanmoins, parmi tous nos jeux développés, ce jeu est aussi le moins accessible. Le maniement de la souris est trop difficile pour un grand nombre de personnes handicapées moteur et les principes de manipulation de ce périphérique inhabituel pour des personnes non voyantes doivent être rendus compréhensibles.

Les sensations originales que peuvent apporter un périphérique non standard peuvent largement justifier le développement de jeux les utilisant. Cependant, si de tels jeux ne sont pas accessibles pour un grand nombre de joueurs, il est souhaitable de privilégier dans des proportions raisonnables le développement de jeux basés sur une configuration standard.

3 Un jeu basé sur des mécanismes d'action : « Tampokme »

3.1 Description générale de « Tampokme »

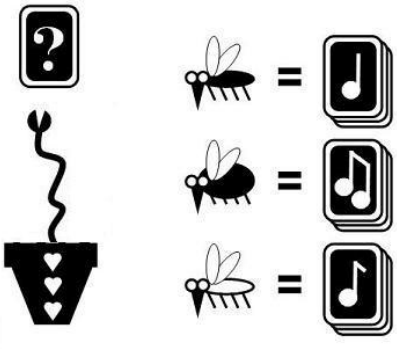
« Tampokme » est un accronyme signifiant « The Audio Multi-Player One-Key Mosquito Eater ». « Tampokme » est un jeu qui a été créé à l'occasion du concours « Donation Coder Accessibilty Contest 2007». Ce concours proposait de soumettre un jeu accessible pour l'une des deux catégories de joueurs suivantes : le jeu devait soit être accessible pour les personnes non-voyantes en utilisant l'audio, soit être accessible aux personnes souffrant de problèmes de mobilité en proposant un gameplay basé sur un unique bouton.
« Tampokme » concilie les impératifs des deux catégories du concours : il s'agit donc d'un jeu audio jouable à un seul bouton.
Nous avons également tenu à inclure une dimension multi joueurs.

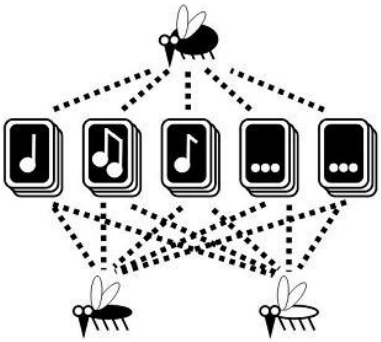
3.1.1 Système de scoring de « Tampokme »

Nous avons voulu privilégier les retournements de situation : les joueurs peuvent gagner des points progressivement mais ils peuvent aussi en perdre beaucoup en peu de temps en cas d'erreurs répétées. Dans un jeu audio, il est délicat de présenter l'état des scores de façon permanente. Dans notre jeu, le système de score n'apparaît qu'après avoir expliqué la plupart des autres principes de jeu. Ensuite, le score n'est énoncé qu'à intervalle régulier, donnant l'occasion de reposer un peu les oreilles et les doigts des joueurs et de restaurer pleinement les points de vie de leurs avatars.

3.1.2 Tutorial langagier de « Tampokme »

Visuellement, toutes les informations de ce jeu pourraient être présentées simultanément au joueur et le rendre compréhensible en un court instant (voir les illustrations 4.5 et 4.6).





Illustrations 4.5 et 4.6 : représentations graphiques du concept de « Tampokme » selon une analogie avec un jeu de carte. Le joueur incarne une tige de plante carnivore qui a trois points de vie. Les trois sortes de signaux sonores correspondent à des moustiques qu'il faut manger en effectuant différentes manipulations. L'association « type de moustique » / « type de signal sonore » change à chaque nouvelle partie.

Auditivement et verbalement, la présentation, mélangée à des séquences d'interactions pour s'assurer que le joueur a bien compris, prend plusieurs minutes. Les signaux sont présentés en premier. Le jeu explique ensuite le principe des points de vie et le système de score. Par la suite, d'autres explications se révèlent nécessaires. Le temps de réaction étant limité, il est utile d'expliquer au cours des premiers essais qu'il faut réagir rapidement. Cette explication, pour être efficace, doit interrompre le déroulement de la partie. Les premières fois, le joueur se trompe souvent en réagissant de façon inappropriée aux différentes sortes de signaux. Dans ce cas et à chaque fois, un message interrompt le jeu et explique la nature de l'erreur.
Nous avons donc recours dans « Tampokme » à des explications langagières qui décrivent les façons de jouer mais qui ralentissent le jeu.

Passé un certain cap de progression dans la partie, les informations langagières deviennent moins nombreuses. Les messages expliquant la nature des erreurs sont réduits à l'usage d'un mot rappelant la famille d'appartenance du signal audio.

3.1.3 Système de sélection du langage de « Tampokme »

En tout début de partie, les messages suivants sont présentés au joueur en alternance :
« Français, appui sur une touche pour que les consignes de jeu soient en français » est suivi de : « english, press a key if you want the game instructions to be in english. »
En cas d'appui sur la touche lors du temps d'énonciation du message en français, le message suivant est donné :
« Français. Appuie trois fois de suite sur une touche pour confirmer l'utilisation du français. »
Nous voulons nous assurer que le joueur débute le jeu dans un langage compréhensible en lui demandant de réaliser une action spéciale.
En cas de réaction inappropriée, le jeu ramène le joueur à la phase de sélection du langage.

3.1.4 Qualité du gameplay de « Tampokme »

Nous proposons avec « Tampokme » des pistes pour concevoir des jeux qui soient accessibles à des joueurs handicapés visuels et / ou moteur. Notre réflexion s'est cristallisée sur un jeu basé sur des mécanismes de synchronisation qui fonctionnent mais qui gagneraient à être perfectionnés sur plusieurs points.
« Tampokme » repose sur l'emploi d'une unique touche. Pour beaucoup de personnes handicapées moteur, il devient ainsi très facilement accessible. Nous notons cependant que les cas de handicap moteur les plus graves rendent l'usage du clavier inapproprié. Nous avons considéré la configuration standard utilisée par les joueurs non voyants. Cette configuration ne convient pas aux personnes souffrant d'un handicap moteur grave. Nous avons étendu l'accessibilité du jeu en considérant les boutons de la souris.
Par ailleurs, lorsque ce jeu fut essayé à l'occasion de parties en solitaire par des joueurs non voyants, il fut globalement moins apprécié que les quatre autres jeux développés dans le cadre de cette thèse.
Nous avons voulu créer un gameplay simple. Il est aussi malheureusement assez pauvre. Il fonctionne mais le rythme d'évolution de sa boucle doit être mieux contrôlé. Nous avons ajouté un système de sélection de la vitesse de jeu après la phase de sélection du langage pour atténuer ce problème.
Les jeux de réflexes apportent des pistes encourageantes pour la création de gameplay accessibles aux joueurs handicapés visuel et / ou moteur. Cependant, les différents joueurs visés ne sont pas égaux pour réagir efficacement aux différents mécanismes de synchronisation.

Le défi offert par ce type de jeu peut être d'une part trop difficile pour les personnes handicapées moteur et d'autre part trop facile pour les joueurs handicapés visuels.
La recherche d'une telle accessibilité appliquée à des jeux basés sur des mécanismes d'exploration aurait peut être été préférable. Le gameplay de tels jeux risque cependant de se complexifier. En voulant « minimaliser » le nombre de commandes à utiliser, nous ne rendons pas forcement le déplacement de l'avatar plus simple pour tous. Un déplacement de l'avatar de type « absolu » ou « relatif » devient inapproprié s'il ne faut considérer qu'un seul bouton. L'utilisation de mécanismes de synchronisation demeure indispensable pour les jeux d'exploration qui voudraient apporter une forme accentuée de « multi accessibilités ».

3.2 L'inclusion du multijoueurs dans les jeux utilisant des mécanismes de synchronisation

« Tampokme » permet à quatre joueurs de jouer simultanément en conciliant coopération et compétition. Les joueurs s'entraident pour passer les niveaux tandis qu'un principe de score les encourage à réaliser de bonnes performances (voir l'illustration 4.7).

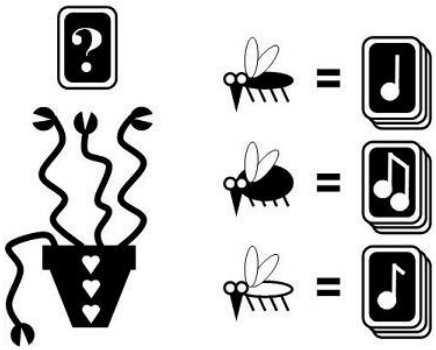


Illustration 4.7 : jusqu'à quatre joueurs peuvent incarner chacun une tige de la plante carnivore.

L'aspect multi joueurs de ce jeu lui confère l'essentiel de son intérêt. « Tampokme » est en 2007 le seul jeu sonore jouable jusqu'à quatre joueurs simultanément sur le même ordinateur.

4 Processus de développements de nos jeux

4.1 Méthodologie de test

Les jeux et les logiciels non ludiques cherchent tous les deux à offrir une meilleure ergonomie. Pour des applications de qualité, la satisfaction de l'utilisateur est essentielle. Jeux et utilitaires s'opposent néanmoins sur quelques points. Il apparaît que les concepteurs de jeux doivent avoir une expérience de ce qu'est l'ergonomie pour pouvoir la conjuguer avec des objectifs de design. L'ergonomie des jeux donne des pistes pour augmenter la motivation et le plaisir des

utilisateurs à essayer des outils initialement conçus comme étant "non ludiques" (D. Johnson et J. Wiles, 2003).
Sébastien Chevalier récapitule les avantages et les gains apportés par l'inclusion d'une démarche ergonomique dans les développements de logiciels de loisir. Il est possible de réduire ainsi le volume de documentation que l'utilisateur est sensé lire avant de pouvoir utiliser le logiciel. Un autre aspect important est la détection de "bug d'interaction" qui peut rendre un logiciel théoriquement fonctionnel complètement inutilisable. La réalisation d'un bon gameplay nécessite une complémentarité entre les processus créatifs de game design et l'analyse des critères ergonomiques à associer (S. Chevallier, 2003).
La démarche d'intégration de compétences ergonomiques est préconisée pour des améliorations des outils informatiques utilisés par les personnes aveugles (A. Buaud et al., 2001). De même, il convient d'appliquer une telle démarche lors de la conception de jeux afin d'avoir un résultat de qualité qui satisfasse ses utilisateurs (A. Buaud, et al., D. Archambault, 2002, a).

Il peut être intéressant d'inclure le joueur dans le processus de création dès que la maquette commence à devenir interactive afin de mieux le comprendre et de mieux répondre à ses attentes.
Nous considérons des contextes où le joueur n'a pas forcement une compréhension des règles du jeu. Dans ces situations, le joueur doit pouvoir se débrouiller avec l'environnement de jeu sans espérer d'aide extérieure. Nous ne voulons pas expliquer le « but du jeu » à atteindre avant que la partie ne débute réellement. Nos tests se sont donc déroulés de façon très ouverte : il s'agissait alors de faire essayer le jeu en donnant un minimum de consignes et d'être vigilant aux problèmes rencontrés par les joueurs.
Les tests peuvent durer de quelques minutes à plus d'une heure : idéalement, c'est le testeur qui choisit de mettre fin à la partie. Il arrive toutefois que l'arrêt du jeu survienne en raison d'un évènement extérieur : fermeture du lieu où se déroule le test, rendez-vous…
Les tests peuvent se dérouler en de nombreux endroits. Il faut toutefois que l'environnement où se déroule le test permette à l'individu de se concentrer sur les sons. Le matériel utilisé est un ordinateur portable, un casque stéréo et parfois, un clavier externe. Cette configuration a permis d'effectuer des tests dans des locaux d'enseignement, dans les locaux de l'entreprise CECIAA, dans des bars, chez des particuliers, dans des lieux d'expositions… Les conditions ne sont pas équivalentes entre chaque test et le jeu évolue d'un test à l'autre, l'objectif étant dans un premier temps d'apporter rapidement des améliorations.
Il est particulièrement instructif de partager l'environnement d'écoute des testeurs.
Nous collectons deux types de données. Les premières proviennent de l'observation directe du joueur et sont très diversifiées, souvent inattendues comme lorsque le joueur croit jouer au jeu avec la souris alors qu'il faut interagir avec le clavier. L'enregistrement de certains

paramètres de jeu dans un fichier peut aussi grandement se révéler utile. Le temps, le nombre d'interactions, en distinguant différents types d'interactions, et la progression dans les niveaux sont autant de paramètres qui peuvent s'avérer d'une grande utilité pour une analyse plus fine du comportement des joueurs. L'enregistrement du parcours réalisé par l'avatar du joueur dans les jeux d'exploration est souhaitable. Nous n'avons pas collecté ce type de données qui nous aurait pourtant été bien utile.

4.2 Outils de développement

4.2.1 Outils souhaitables

Idéalement, nous recherchons des outils flexibles (c'est-à-dire s'adaptant à toutes sortes de gameplay), simples d'utilisation et permettant de modifier efficacement le design sonore lors du processus de conception et de test du jeu. La gratuité d'utilisation d'un tel outil est un avantage appréciable.

Nous voulons pouvoir appliquer des effets sonores de façon à tirer d'une sonorité une multitude de déclinaisons de rendus différents. Idéalement, nous aimerions pouvoir influer sur le volume sonore, le panoramique, la hauteur, la vitesse de lecture, le moment de départ de lecture d'un fichier musical, le sens de lecture… nous aimerions pouvoir utiliser des philtres HRTF permettant d'induire un effet de spatialisation à partir d'une configuration matérielle stéréo. Nous voudrions pouvoir utiliser différents types d'effets de réverbération, de fondus et d'échos. Nous attendons un outil aux larges possibilités nous laissant libre d'illustrer de différentes façons des gameplay que nous pourrions concevoir après le choix de l'outil.

De tels outils n'existent pas encore et nous devons opposer les possibilités techniques qui s'offrent à nous avec nos impératifs de conception.

4.2.2 Outils possibles

Il existe pour l'industrie du jeu vidéo des outils puissants et pratiques pour intégrer du son dans les jeux (O. Véneri et al., 2006). Cependant, dans le cadre des jeux sonores, les besoins des jeux et des joueurs sont différents. Le nombre d'informations à faire passer par l'audio est plus important que pour les jeux vidéo et les outils existants ne correspondent plus aux besoins. Il existe des moteurs de jeu pour le développement spécifique de jeux sonores comme par exemple le moteur « Blindstation » basé sur un assemblage des langages python et XML, et qui a permis la création entre autre du jeu sonore « Mudsplat » (S. Sablé et D. Archambault, 2003).

Nous ne connaissons pas encore très bien les possibilités du moteur « Audiogamemaker » mais celui-ci devrait permettre de réaliser facilement certains types bien définis de jeu. C'est le principal avantage de ces formes de « boîtes à outils », à l'image de « Virtools » dans le

domaine des jeux vidéo et encore d'avantage dans la réalité virtuelle. En revanche, pour créer des applications qui sortent du cadre prévu par les concepteurs de jeu, ces boîtes à outils peuvent se révéler problématiques.
Des concepteurs prêtent ou louent le moteur de jeux qu'ils ont conçu pour la conception de leurs propres jeux sonores. Ainsi, le moteur de « Shade of Doom » a été utilisé par une autre équipe pour la réalisation du jeu « Sarah in the castle of witchcraft and wizardy ».

Il nous parait délicat de vouloir utiliser une boîte à outils sans savoir précisément quel type de jeu nous voulons réaliser. Nous recherchons pour cette raison plutôt des outils offrant des possibilités plus étendues et qui s'adaptent à la création d'un plus grand nombre de jeux.
Nous devons considérer le type de matériaux sur lequel serait susceptible de reposer la musicalité d'un jeu sonore. A partir de quelles « briques sonores » pouvons nous envisager d'élaborer un rendu que nous pourrions qualifier de musical ?
En 2008, quasiment tous les jeux sonores reposent sur l'usage de sonorités préenregistrées.
Les technologies associées sont très simples d'utilisation. Il suffit de construire un petit échantillon sonore enregistré sous forme de fichier wave, mp3, ogg vorbis ou un autre format qui pourra être joué par le moteur de jeu. Cet échantillon doit être travaillé de façon à avoir un début et une fin où l'amplitude est à zéro. Les sons d'une même famille doivent être tous amplifiés de façon à ce qu'ils aient un volume adéquat. Ceci est le traitement de base à apporter à toutes les sonorités employées par le jeu. Cette facilité offre l'apparence d'un gain de temps appréciable, mais elle peut se retourner contre le concepteur :
Les bibliothèques de sons des jeux peuvent être longues à constituer. Les sonorités sont groupables par familles selon les éléments du jeu auxquelles elles se rattachent. Si des tests révèlent que certaines familles de sons ne conviennent pas, il faut modifier ou remplacer toutes leurs sonorités. Les quelques opérations de préparation des fichiers sons sont à répéter. A l'échelle d'un jeu au riche contenu musical, chaque modification de design nécessite plusieurs heures à plusieurs jours de travail.

Un avantage de cette approche pour le joueur, c'est qu'elle offre la possibilité de remplacer les fichiers sons utilisés par le jeu par d'autres de son choix. Le joueur crée ainsi un « MOD » (abréviation de « modification » ou « module »). Il existe des MOD de jeux visuels et d'autres de jeux sonores.
Un autre avantage lié à ce type de son, c'est qu'il est plus facile de travailler sur les sentiments qu'ils sont sensés inspirer : concepteur et joueur entendent le même rendu. Enfin, la variété de rendu sonore qu'il est ainsi possible de présenter est illimitée.

Le passage à la synthèse en temps réel constituera peut être une évolution comparable à celle qui a secoué les jeux vidéo lors du passage de la 2D à la 3D : au-delà du ressenti du joueur,

c'est un véritable gain de temps pour les développeurs qui n'ont plus à créer différents états sonores pour chacun des objets du jeu mais qui peuvent définir un mode de transformation applicable à des ensembles d'objets.
Le jeu sonore expérimental « Phase » reposait entièrement sur des technologies de synthèse en temps réel, en s'appuyant sur le langage de création musical MAX/MSP. La musique générée par le jeu dépendait de multiples paramètres et à chaque situation correspondait un rendu quasi unique. Toutefois, cette technologie nécessite un matériel performant et non standard. « Phase » nécessitait l'emploi de quatre ordinateurs interconnectés. La modification du rendu sonore général ne peut nécessiter que l'ajustement d'un des paramètres utilisés par la synthèse. Cette opération peut ne prendre que quelques secondes. Actuellement, les technologies de synthèse sonores ne permettent pas de reproduire l'ensemble des sonorités existantes. Le rendu général sonne souvent de façon « métallique » ou artificielle et il n'est pas encore possible de synthétiser une voix humaine convaincante qui transporterait toute la chaleur et les sensations communiquées par les êtres vivants.
Entre les techniques de lecture d'échantillons sonores préenregistrés et les méthodes de synthèse sonores, certains outils comme « fmod » proposent d'appliquer en temps réel des effets ou des philtres sur des échantillons au moment de leur lecture. Cette méthode combine un grand nombre d'avantages des deux méthodes précédemment décrites.

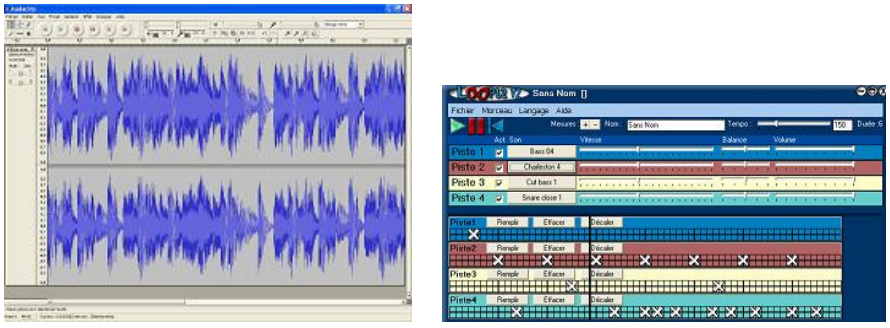
4.2.3 Choix des outils de programmation

Dans le cadre de cette recherche, nous n'avons pas pour objectif de créer des jeux compliqués mais de chercher à apporter des concepts simples aptes à procurer du plaisir au joueur rapidement. Nous n'avons pas à créer un « First Person Shooter audio » nécessitant des effets sonores réalistes et des possibilités de localisation du son à la pointe de la technologie. Un moteur de jeu dont les possibilités se limitent à la délivrance de sons en mono suite à la pression d'une unique touche nous semble tout aussi apte à la conception de jeux sonores intéressants.
Nous avons préféré le langage Python au langage C++ ou au langage Java pour la plus grande clarté de sa syntaxe qui nous a permis de remanier avec aisance le code de programmation de nos jeux. Nous avons utilisé « Py2exe » pour la création de fichiers exécutables.
Nous avons utilisé une librairie de fonctionnalités dédiée à la création de jeux vidéo : « Pygame ». Nous n'avons utilisé que les fonctions permettant de manipuler des fichiers sonores : le « mixer pygame ». Les possibilités basiques de cet outil consistent à lire, stopper ou mettre en pause jusqu'à sept courts fichiers sonores simultanément. Un huitième canal permet de lire des fichiers audio plus longs en continue. Le volume de sortie peut être réparti sur les deux enceintes sur une configuration standard en stéréo. Avec ce dernier canal, nous pouvons préciser le moment de lecture d'une mélodie. Une musique d'ambiance longue de soixante minutes peut être lue directement à la fin et ne jouer que les trois dernières notes.

Les possibilités audio de cet outil restent très limitées : modifier la hauteur d'un son, sa vitesse ou en contrôler le sens de lecture peut être très pratique pour la construction de mécanismes de gameplay. La possibilité d'appliquer des effets de réverbérations pourrait aussi s'avérer utile. Enfin, le mixer de Pygame ne permet que de jouer huit fichiers sonores en simultané contre, par exemple, trente deux pour le moteur utilisé par le jeu sonore « Shade of Doom » (C. Hofstader, 2006).
Nous avons atténué ce problème en utilisant pour certains jeux une librairie de fonctionalités complémentaire : « Pymidi » qui permet de jouer sur un nouveau canal des séquences de sons spécifiés selon les normes midi adaptées au langage python. Tous les paramètres du format midi ne sont toutefois pas accessibles avec cette librairie.
Une étude spécifique a été réalisée pour connaître les meilleures alternatives (M. Sarton, 2007). Pour des utilisations non commerciales, l'outil le plus performant est probablement « pySonic », dérivé de « Fmod ».
En choisissant le langage python, nous gagnons en souplesse pour la programmation mais nous restreignons la puissance de nos possibilités audio.

4.2.4 Choix des outils de Sound Design

« Audacity » est une boîte à outils idéale pour le découpage et la manipulation des échantillons sonores que le jeu va devoir utiliser. Il nous permet de créer des fichiers ogg vorbis qui peuvent être lus par le mixer de « Pygame » (voir l'illustration 4.8). « Loop 12v2 » est un petit séquencer gratuit très pratique pour la composition de boucles mélodiques (voir l'illustration 4.9).



Illustrations 4.8 et 4.9 : « Audacity » et « loop v12 ».

Pour la création de sonorités, nous avons eu recours à des synthétiseurs. Il existe de nombreux synthétiseurs au rendu très agréable et présentés sous la forme de « Plugin VST ». « Tobybear Mini host » nous permet d'utiliser quelques uns de ces plugins. Nous avons ainsi utilisé de nombreux synthétiseurs comme par exemple « Tim Conrardy's Cygnus », « Motion », « Vurtbox », « Stomper Hyperion 5.01 », « String Theory »…

4.2.5 Resources sonores utilisées

Les synthétiseurs ne permettent pas de restituer de façon réaliste l'ensemble des sonorités recherchées. Pour nous offrir plus de possibilités, nous avons eu recours à des banques de sons :

- « The International Sound Effect Library », une librairie propriétaire dont un exemplaire a été acheté par l'un des partenaires de cette thèse.

- « Banco de Sonidos », une banque de sons espagnole, gratuite et disponible en ligne. Site web : http://recursos.cnice.mec.es/bancoimagenes/sonidos/index.php

- « Freeloops » qui propose de nombreuses boucles musicales gratuites. Site web : http://www.freeloops.com/

- Nous avons aussi constitué nos propres enregistrements à l'aide d'un micro.

5 Bibliographie des références citées en annexe

B. Bors, "The Role Of The Mouse In Audio Games". Resources of Game-Accessibility.com from the Bartiméus Accessibility Foundation. 2007.

Aurélie Buaud, Benoît Roussel, Dominique Burger and Dominique Archambault. "Les enjeux de l'ergonomie pour la conception d'interfaces adaptées aux personnes handicapées visuelles". In Actes du 8ème séminaire CONFERE : De la Conception des Produits et des Services Innovants au Développement Local et Durable. LCPNI, ENSAM, pages 226-232, 2001.

(a) Aurélie Buaud, Benoît Roussel, Patrick Truchot, and Dominique Archambault. "Proposition d'une approche centrée sur les utilisateurs pour la conception de jeux multimédias : Jeux multimédias adaptés pour les enfants déficients visuels". In Actes du 9ème séminaire CONFERE, 2002.

Sébastien Chevallier. "D'une démarche ergonomique pour le développement des logiciels de loisir". Ressource de hyperpsy.levillage.org, 2003.

(a) Thomas Gaudy. "Avant dernière Phase". Mémoire de stage de DEA Enjeux Sociaux et Technologies de la Communication du CNAM. 2004.

(a) Antoine Gonot, Noël Château et Marc Emerit. "Evaluation de l'ergonomie d'un dispositif audio 3D pour l'assistance à la navigation dans un environnement virtuel complexe". In CFA, Congrès Français d'Acoustique,

Tours, 24-27 avril 2006.

(b) Antoine Gonot, Noël Chateau et Marc Emerit. “Usability of 3D-Sound for Navigation in a Constrained Virtual Environment” . In 120th AES Convention, Paris, 20–23 Mai 2006.

(c) Antoine Gonot, Stéphane Natkin, Marc Emerit et Noël Chateau. “An Experiment in the Perception of Space through Sound in Virtual World and Games”. In CGAMES 2006, Dublin, November 21-24, 2006.

Chris Hofstader. “What Screen Readers Can Learn from Audio Games”. AFB AccessWorld, Technology and People Who Are Blind or Visually Impaired, Volume 7, Number 2, March 2006.

Daniel Johnson and Janet Wiles. “Effective Affective User Interface Design in Games”. Ergonomics. 46, pages 13-14, novembre 2003.

C. Liard, et A. Beghdadi. “An audio display tool for visually impaired people : the sound screen system”, In the Sixth IEEE Int. Symp. on Signal Processing and its Applications ISSPA 2001, Vol. 1 pp. 198-201. Kuala-Lumpur, Malaysia. 13-16 Aug. 2001.

D. L. Mansur, M. Blattner et K. Joy. “Sound-Graphs: A numerical data analysis method for the blind”. In Journal of Medical Systems, 9, 163-174. 1985. (cité par Brewster,2002)

Sébastien Sablé and Dominique Archambault. “Blindstation: a Game platform adapted to visually impaired children”. In Assistive Technology: Shaping the future, Proceedings of the AAATE'03 Conference, IOS Press, Dublin, Ireland, pages 232-236, 2003.

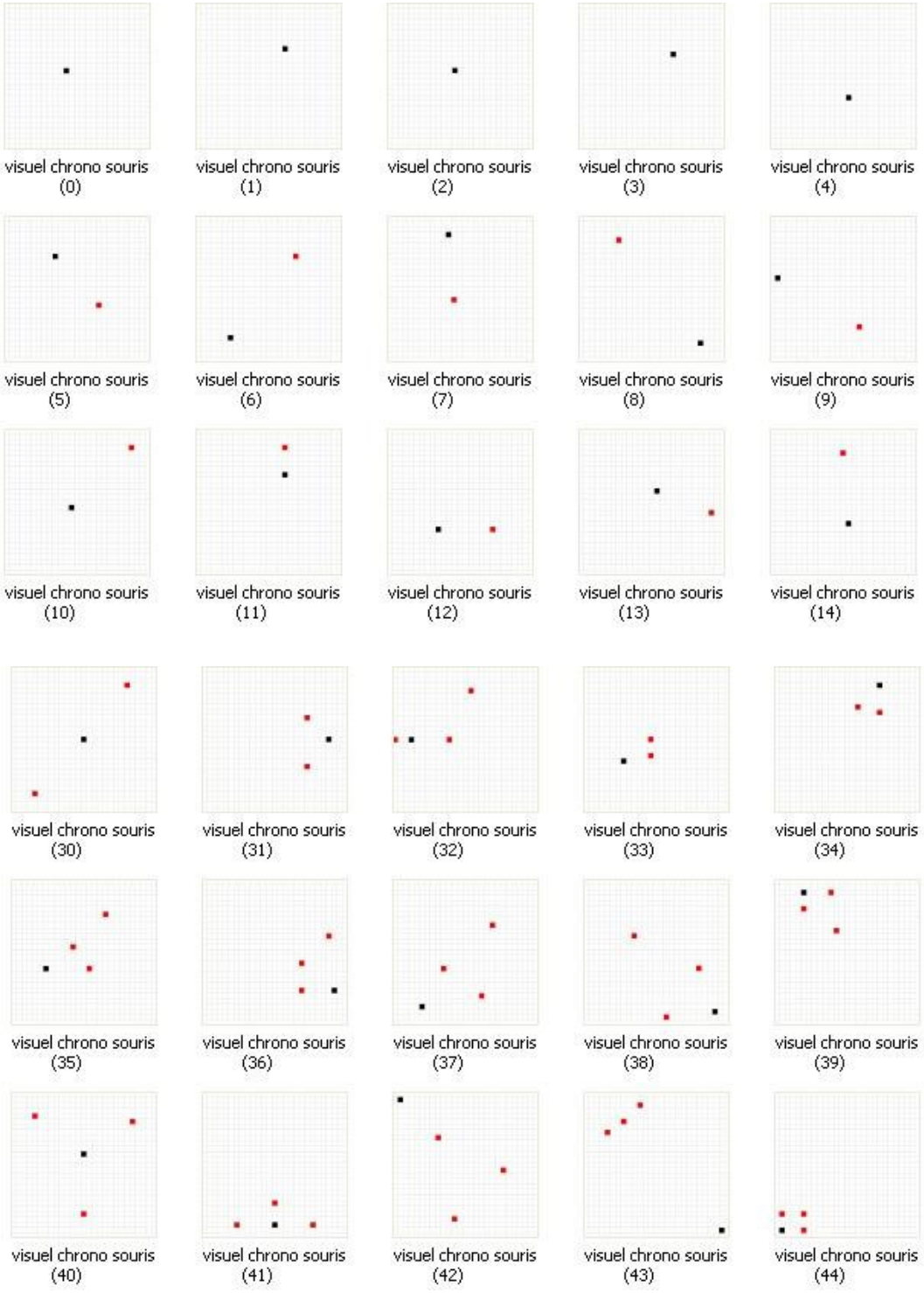
Michaël Sarton. “Etude des possibilités audio du langage Python et des alternatives les plus intéressantes pour développer les jeux sonores”. Mémoire de Master 2, ITIN. 2007.

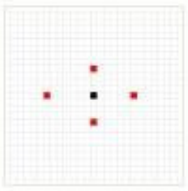
O. Véneri, S. Natkin, C. Le Prado et M. Emerit. « Audio Game Design ». In Sound and music computing Conference SMC06. Marseille. 2006.

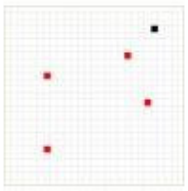
6 Représentation des niveaux de Chrono Souris, Pyvox 1 & 2

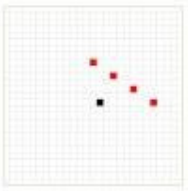
6.1 Niveaux de Chrono Souris

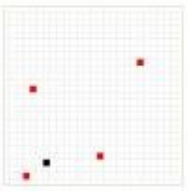
Le joueur doit déplacer le curseur de la souris vers le point noir en évitant les points rouges.

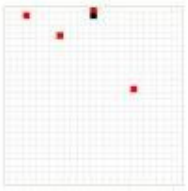


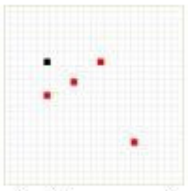

visuel chrono souris (45)

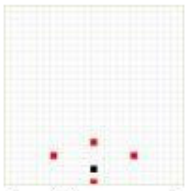

visuel chrono souris (46)

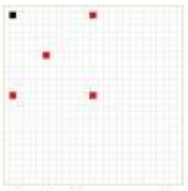

visuel chrono souris (47)

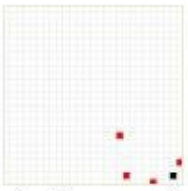

visuel chrono souris (48)

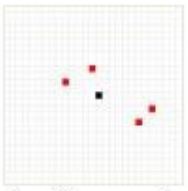

visuel chrono souris (49)

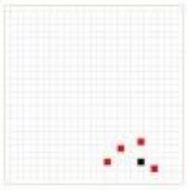

visuel chrono souris (50)

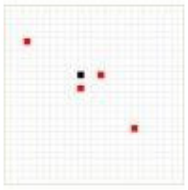

visuel chrono souris (51)

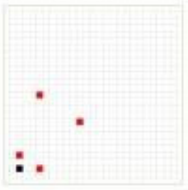

visuel chrono souris (52)

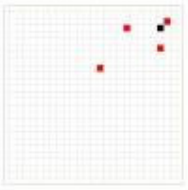

visuel chrono souris (53)

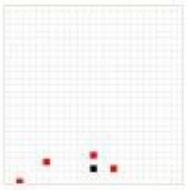

visuel chrono souris (54)

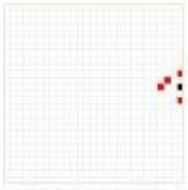

visuel chrono souris (55)


visuel chrono souris (56)


visuel chrono souris (57)

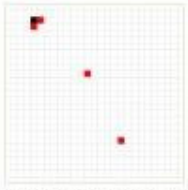

visuel chrono souris (58)

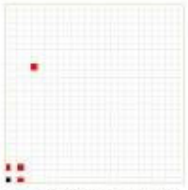

visuel chrono souris (59)

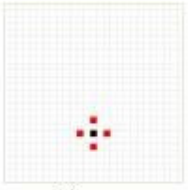

visuel chrono souris (60)

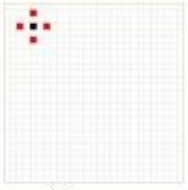
visuel chrono souris (61)

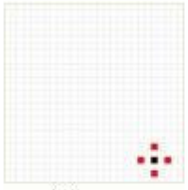
visuel chrono souris (62)


visuel chrono souris (63)

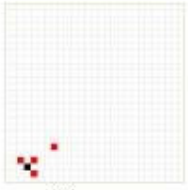

visuel chrono souris (64)

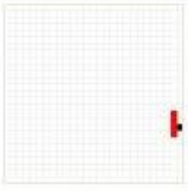

visuel chrono souris (65)


visuel chrono souris (66)

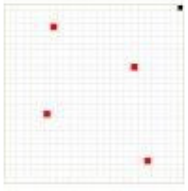

visuel chrono souris (67)

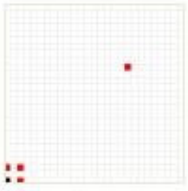
visuel chrono souris (68)

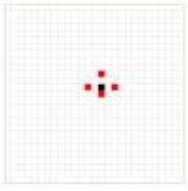

visuel chrono souris (69)

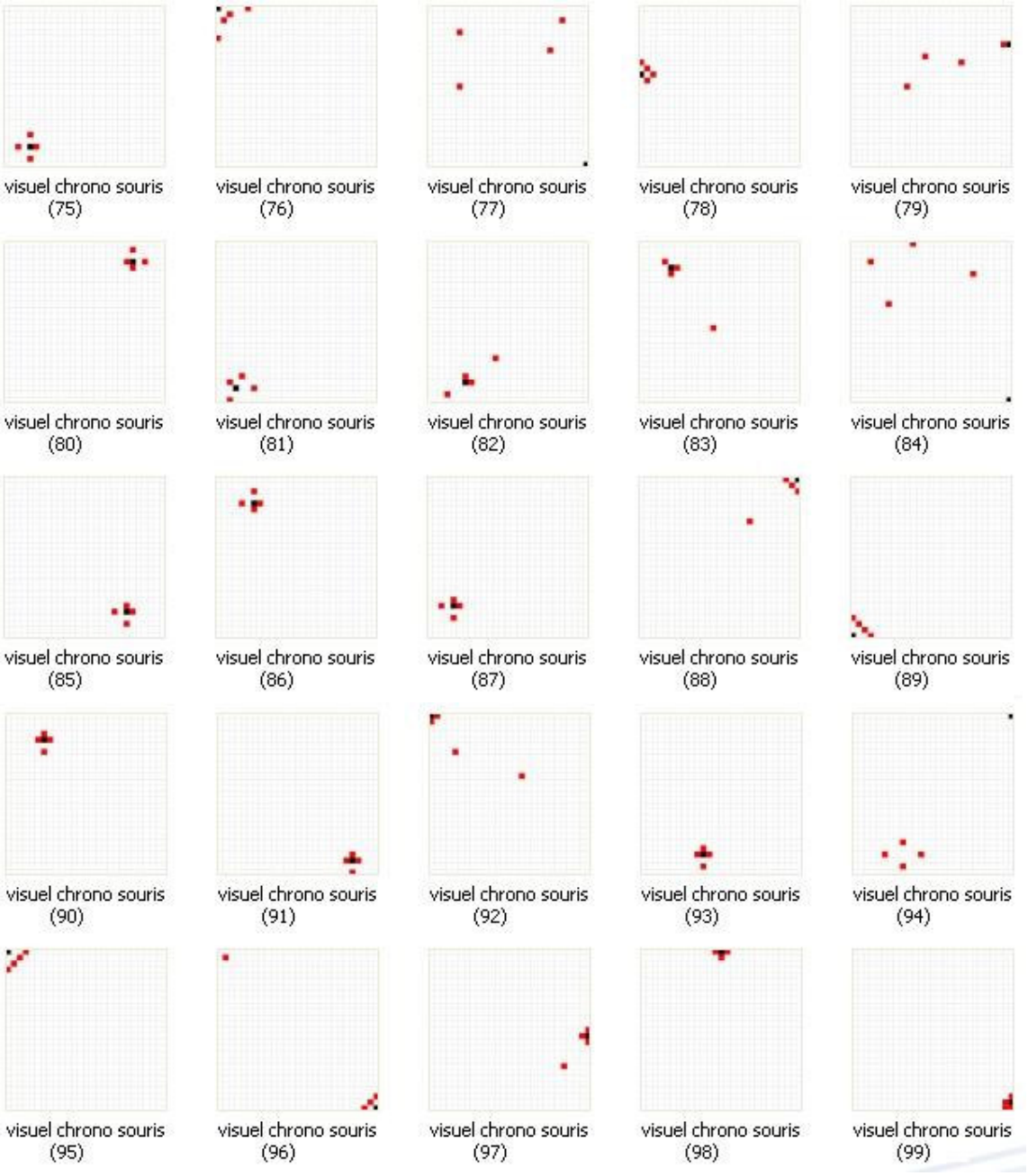

visuel chrono souris (70)

visuel chrono souris (71)


visuel chrono souris (72)

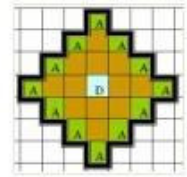

visuel chrono souris (73)

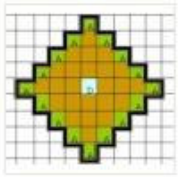

visuel chrono souris (74)

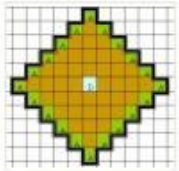

visuel chrono souris (75)
visuel chrono souris (76)
visuel chrono souris (77)
visuel chrono souris (78)
visuel chrono souris (79)
visuel chrono souris (80)
visuel chrono souris (81)
visuel chrono souris (82)
visuel chrono souris (83)
visuel chrono souris (84)
visuel chrono souris (85)
visuel chrono souris (86)
visuel chrono souris (87)
visuel chrono souris (88)
visuel chrono souris (89)
visuel chrono souris (90)
visuel chrono souris (91)
visuel chrono souris (92)
visuel chrono souris (93)
visuel chrono souris (94)
visuel chrono souris (95)
visuel chrono souris (96)
visuel chrono souris (97)
visuel chrono souris (98)
visuel chrono souris (99)

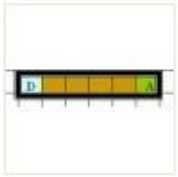
6.2 Niveaux de Pyvox, musical maze

L'avatar apparaît dans la case bleu clair marquée d'un « D » et doit atteindre la case verte marquée d'un « A ».

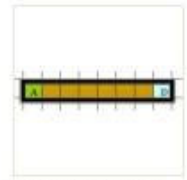

visuel pyvox 1 (1)


visuel pyvox 1 (2)

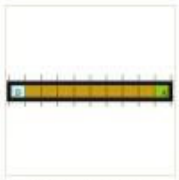

visuel pyvox 1 (3)


visuel pyvox 1 (4)

visuel pyvox 1 (5)


visuel pyvox 1 (6)

visuel pyvox 1 (7)

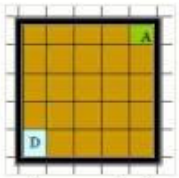

visuel pyvox 1 (8)

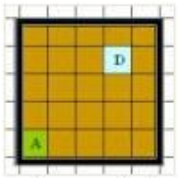
visuel pyvox 1 (9)

visuel pyvox 1 (10)

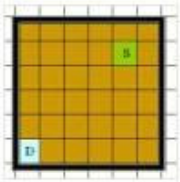
visuel pyvox 1 (11)

visuel pyvox 1 (12)

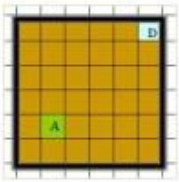

visuel pyvox 1 (13)


visuel pyvox 1 (14)

visuel pyvox 1 (15)


visuel pyvox 1 (16)

visuel pyvox 1 (17)


visuel pyvox 1 (18)

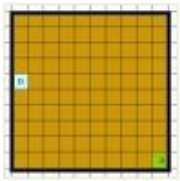
visuel pyvox 1 (19)

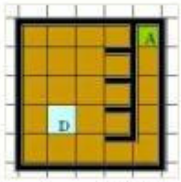
visuel pyvox 1 (20)

visuel pyvox 1 (21)

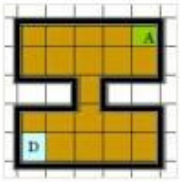
visuel pyvox 1 (22)

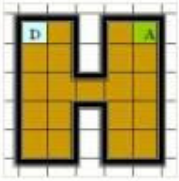
visuel pyvox 1 (23)

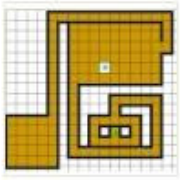

visuel pyvox 1 (24)

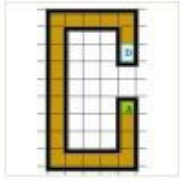

visuel pyvox 1 (25)

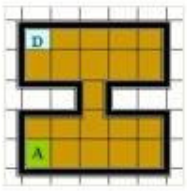
visuel pyvox 1 (26)

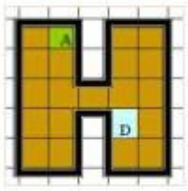

visuel pyvox 1 (27)

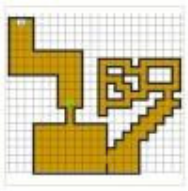

visuel pyvox 1 (28)

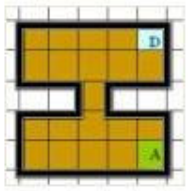

visuel pyvox 1 (29)

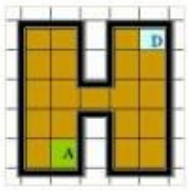

visuel pyvox 1 (30)


visuel pyvox 1 (31)

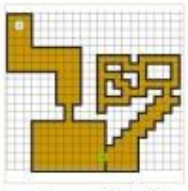

visuel pyvox 1 (32)

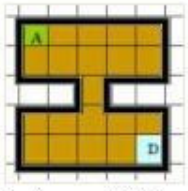

visuel pyvox 1 (33)

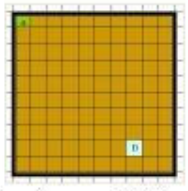

visuel pyvox 1 (34)

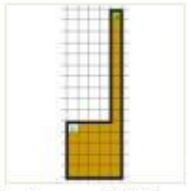

visuel pyvox 1 (35)

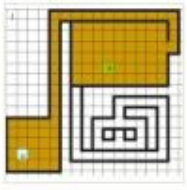
visuel pyvox 1 (36)

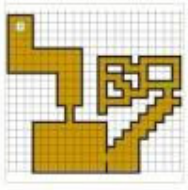

visuel pyvox 1 (37)

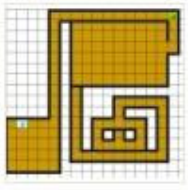

visuel pyvox 1 (38)

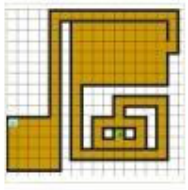

visuel pyvox 1 (39)

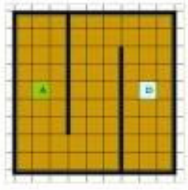

visuel pyvox 1 (40)

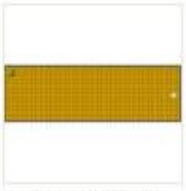

visuel pyvox 1 (41)

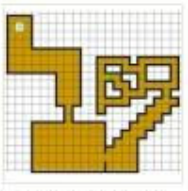

visuel pyvox 1 (42)

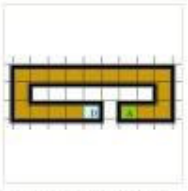

visuel pyvox 1 (43)


visuel pyvox 1 (44)


visuel pyvox 1 (45)

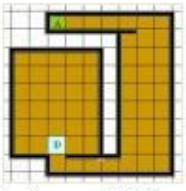

visuel pyvox 1 (46)

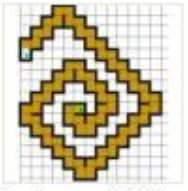

visuel pyvox 1 (47)

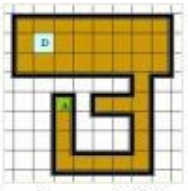

visuel pyvox 1 (48)

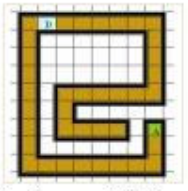
visuel pyvox 1 (49)

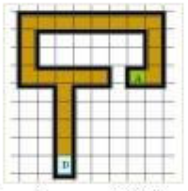
visuel pyvox 1 (50)

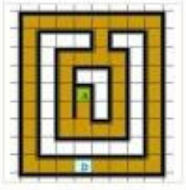

visuel pyvox 1 (51)

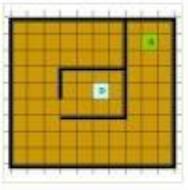

visuel pyvox 1 (52)

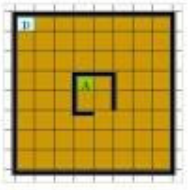

visuel pyvox 1 (53)

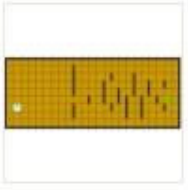

visuel pyvox 1 (54)

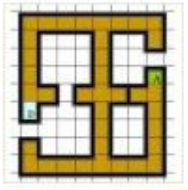

visuel pyvox 1 (55)

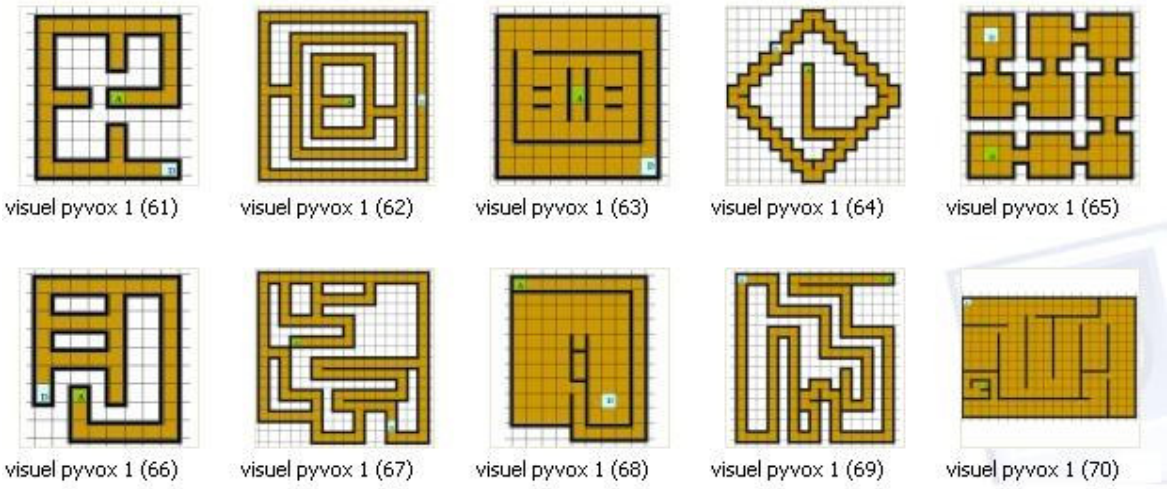

visuel pyvox 1 (56)


visuel pyvox 1 (57)


visuel pyvox 1 (58)

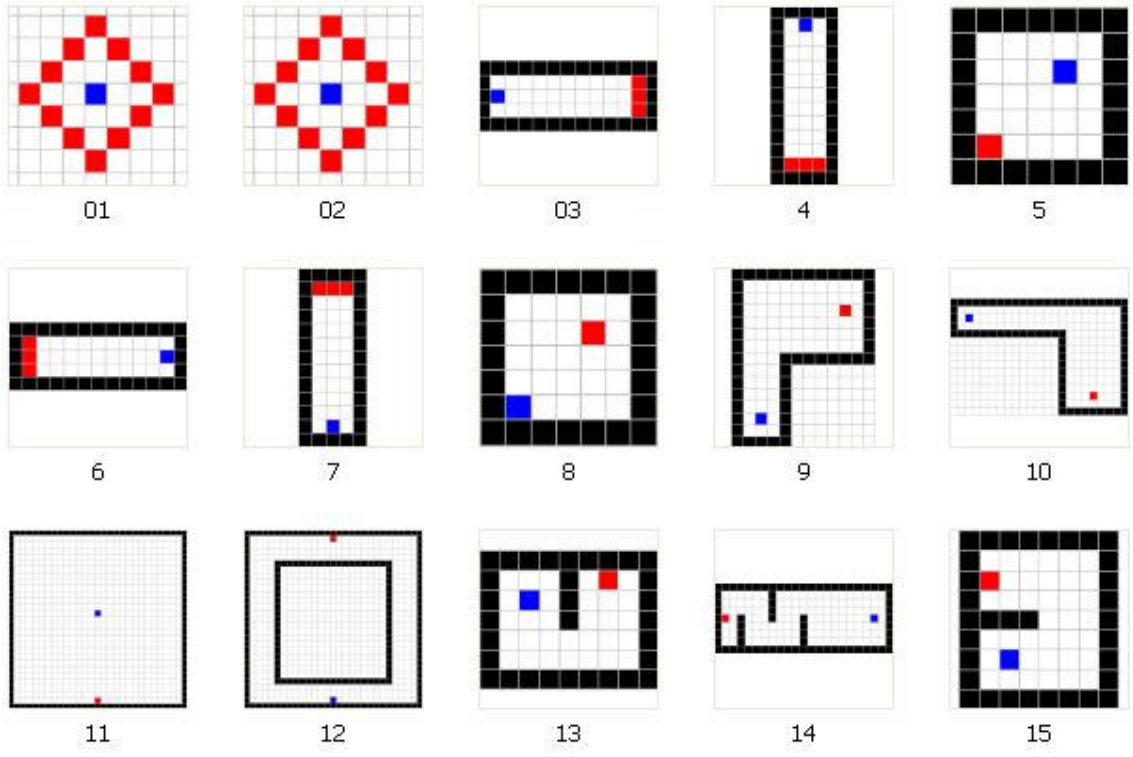

visuel pyvox 1 (59)

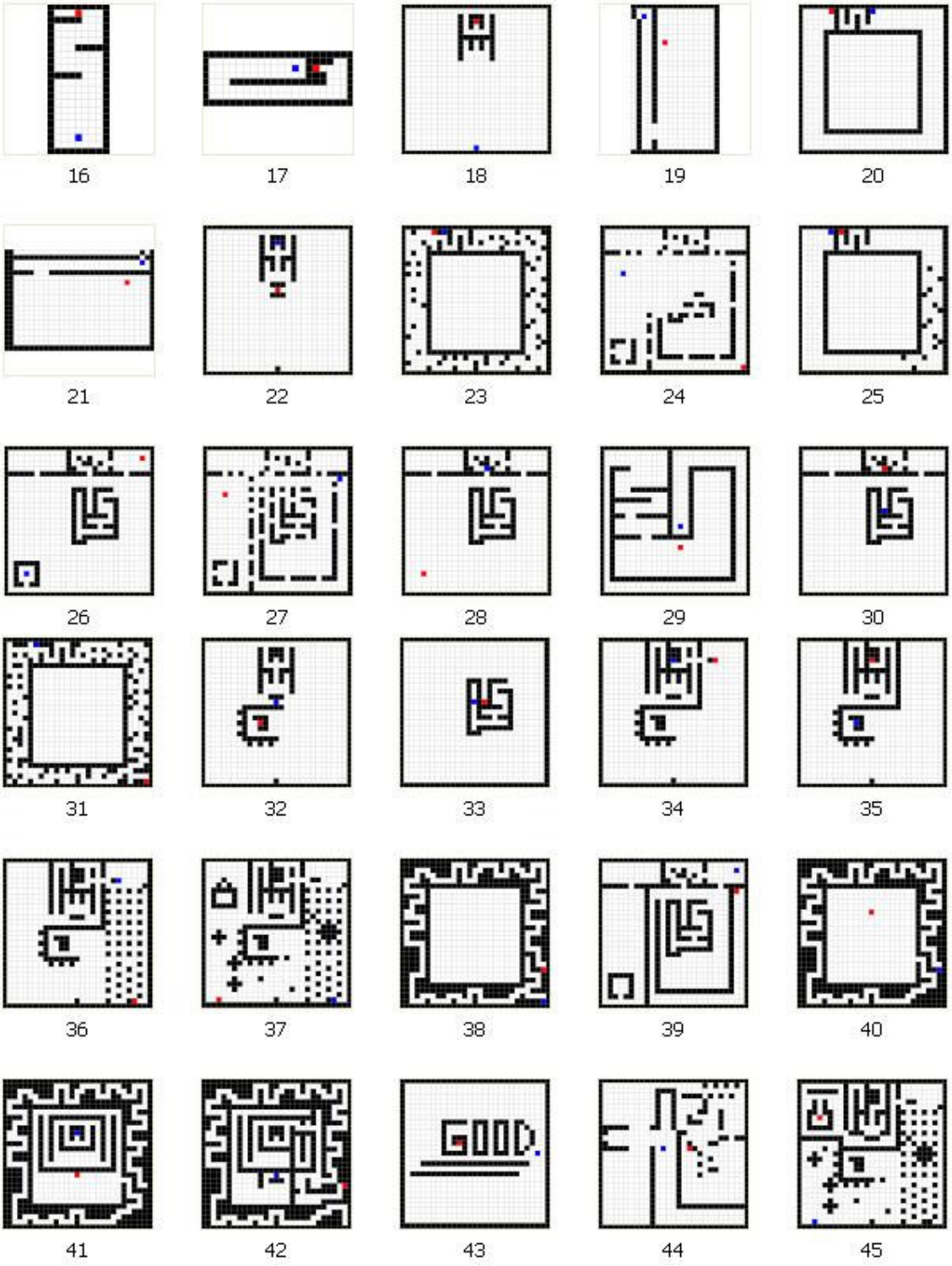

visuel pyvox 1 (60)

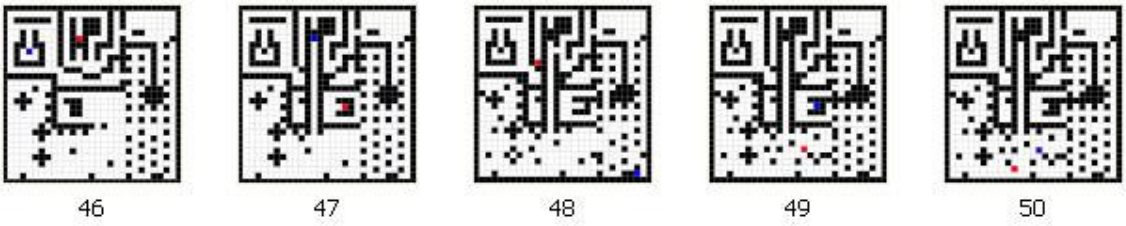


6.3 Niveaux de Pyvox 2, more musical mazes

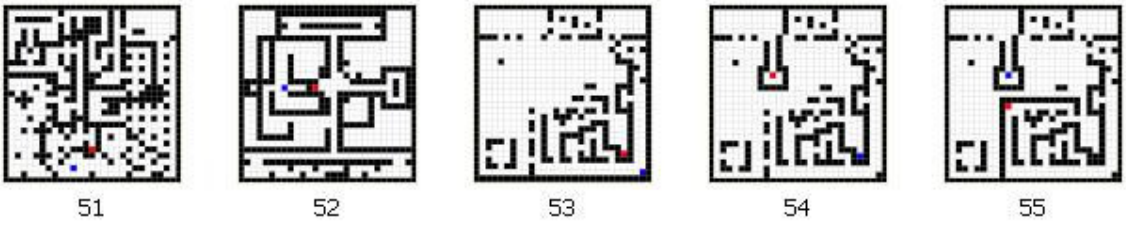
L'avatar apparaît dans la case bleue et doit atteindre la case rouge. L'ordre présenté ici est l'agencement définitif lors de la diffusion des jeux. Il ne correspond pas à aux ordres des niveaux lors des expérimentations.



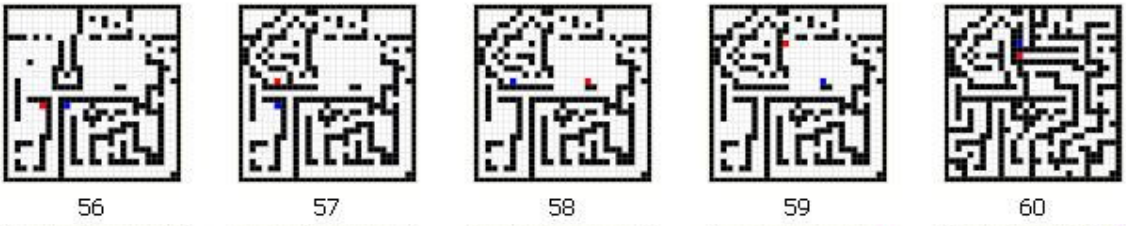

16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40
41
42
43
44
45



46 47 48 49 50



51 52 53 54 55



56 57 58 59 60

61 62 63 64 65

66 67 68 69 70

7 Inventaire des jeux sonores par catégories

7.1 Où trouver les communautés de joueurs ?

Nous présentons dans cette partie une liste de sites web de références réunissant les communautés de joueurs mal ou non-voyants.

Accessible Games Page, The Accessible Friends Network
Page web consacrée aux jeux sonores, avec des tests et des classements
http://www.tafn.org.uk/games.htm#GAMES%20CHART

Accessible Computer Games, C. Downey, 2003
Catalogue des principaux développeurs de jeux accessibles et leurs meilleurs produits
http://www.pcsgames.net/dialogue.htm

The Audio Network Games Room
… "puzzles and adventures for you to try out. Most are trivia based games, but not all!"
http://www.yrguk.com/gamesroom/welcome.htm

AudioGames.net
Un site incontournable qui rassemble une grande communauté de joueurs anglophones
http://www.audiogames.net

Audyssey
Magazine gratuit spécialisé dans les jeux accessibles pour personnes aveugles
http://www.angelfire.com/music4/duffstuff/audyssey.html

Asmodean
Site web contenant entre autres trésors des enregistrements sonores de parties
http://asmodean.net/

Blindenspiele
Site consacré aux jeux sonores (Allemand)
http://www.blindenspiele.at/

BVISU - Blind and Visually Impaired Students of Utah
http://www.bvisu.org/entertainment.htm

Fantastic Games and Where to find Them, L. Scrivani and P. Vlasak

Un inventaire des jeux très complet en anglais.
http://www.pcsgames.net/game-co.htm

Games Accessibility
http://www.integriert-studieren.jku.at/GamesAccessibility/index.php
http://www.game-accessibility.com/

Jeux Access
Web list française traitant des audiogames et des jeux textuels
http://fa1ckg.free.fr/index.html

Le Coin Web de QuentinC - Jeux
Un portail de jeux textuels d'un jeune développeur aveugle suisse talentueux.
http://quentinc.net/jeux/

Online Games, whitestick.co.uk)
Une page web proposant plusieurs liens menant à des jeux vocaux jouables en ligne.
http://www.whitestick.co.uk/ongames.html

Soundtoys
Propose un grand nombre de réalisations sonores d'artistes
http://www.soundtoys.net/

7.2 Liste de jeux sonores

Cette liste de jeux sonores distingue quatre catégories principales :
Dans les jeux d'action, il faut appuyer au bon moment sur le bon bouton.
Les jeux d'exploration proposent un environnement plus relaxant, à découvrir au rythme de chacun.
Les jeux de société peuvent être des jeux de cartes, de dès, d'échecs, des jeux d'apprentissages, de questions et réponses…
Les jeux de stratégies sont le plus souvent des jeux de gestion.
Dans chacune des catégories, les jeux sont présentés selon l'ordre alphabétique.
Nous présentons ensuite une liste de jeux que nous n'avons pas eu le temps de classifier.
Ces différents titres couvrent l'ensemble des jeux sonores existant à notre connaissance. Nous présentons nos excuses aux développeurs dont nous aurions omis les réalisations.
Enfin, nous évoquons quelques expérimentations artistiques qui proposent des principes d'interactions simples et intéressants.

7.2.1 Jeux d'action

A.Pong, a.Game, (clone audio de pong)
Accessible StarFight, Games for the blind, PC (jeu de tir, 1-2 joueurs)
AccessibleQuake, AGRIP, PC, 2004 (jeu de tir et d'exploration, 1 joueur, open source)
Access Invaders, UA-Games, PC, 2003-2006 (jeu de tir, 2 joueurs, gratuit)
Air Hockey, Ken Downey, PC, 2007 (audio pong like, gratuit)
Alchemy Mouse Targetting Demo, Alchemy_Game_Studios, PC (visée à la souris, 1 joueur)
Alien Outback, Draconis Entertainment, PC Windows (jeu de tir, 1 joueur)
Audio Formula One, C. Lewis, PC (course automobile, 1 joueur, gratuit)
AudioQuake, AGRIP, PC, 2005 (jeu de tir dans un espace en trois dimensions, gratuit)
Ball4, Michiel Krol and Mark van Wijnen, Online, 2006 (maintien d'équilibre, 1 joueur)
Banjobuster, Sonokids, Jouable sur Internet (jeu de tir, 1 joueur, gratuit)
Baseball, The_Audio_Network, Jouable sur Internet (baseball, gratuit)
Baseball game version 4, Jim Kitchen, 2007
Bongo, XLStudios, PC
Bop It, Hasbro, Jouet (réflexe, jouable en solitaire ou multijoueurs)
Braille Twister, J. Bartelme, A. Borst, B. Davis and A. McLin, PC, 2004 (braille musical)
BSC Football, BSC Games (football)
ChickenKiller, TDLGames, PC (jeu de tir, 1 joueur, gratuit)
Cloning Malice II: The Reconstruction, BPCPrograms Softawre Division, PC
COPS, PCS_Games, PC DOS, 1998 (jeu de course, gratuit)
Crazy Darts, BSC_Games, PC, 2002-2005 (jeu de fléchettes)
Crazy tennis, Vipgameszone, PC, (tennis, gratuit)
Christmas Whoop Ass, Draconis Entertainment, PC, 2006 (modification de ESP Whoop Ass)
The Curb Game, Soundsupport.net, PC, 2003 (1 joueur, gratuit)
Danger City, XLStudios, PC Windows, 2005 (1 joueur, gratuit)
Dark destroyer, Pb-games, PC, 2004 (jeu de tir, gratuit)
Deekout, BSC_Games, PC, 2002-2005 (jeu d'action, 1 joueur, gratuit)
Demolition Derby, Ken Downey, 2007
Demor, Y. Cohen, J. Dekker, A. Hulskamp, D. Kousemaker, T. Olden, C. Taal and W. *Verspaget*, PC, 2004 (jeu de tir)
Der Tag Wird Zur Nacht, T. Dannecker, M. Pasedaj, C. Stoll and H. Sturm, PC, 2003
Doctor Newnew, N. Gawronski, en développement en février 2006
Dodgeball, G. Bishop, J. Levy and M. Goldberg, PC, 2004 (balle au prisonnier, gratuit)
Doom III[CC], Reid Kimball, PC, 2004
DRIVE, R. van_Tol, H. Verweij and S. Huiberts, PC, 2002 (1 joueur, gratuit)
Duckblaster, Pb-games, PC, 2004 (jeu de tir, gratuit)
Duckhunter, Conspirasoft, PC, 2004 (jeu de tir, gratuit)

Dynaman, Draconis_Entertainment, PC, (clone audio de Pac-Man, 1 joueur)
Enemy Attack, Dreamtech Interactive, PC, 2005 (jeu de tir, 1 joueur, gratuit)
ESP Pinball Classic, Draconis_Entertainment, PC, 2003-2005 (flipper, 1 joueur)
ESP Pinball Xtreme, Draconis_Entertainment, PC Windows, 2003-2005 (flipper)
ESp WhoopAss, Draconis Entertainment, PC, 2001 (boxe, gratuit)
Fart Man, M. Bijani, PC (audio shooter, 1 joueur, gratuit)
The Fighting Game, TDLGames, PC, (jeu de combat, gratuit)
Final Defender, Adora_Entertainment, PC (jeu d'action)
Find the sound, Niels Aust, PC, 2006 (duel minimaliste, 1 joueur, gratuit)
Flight Commander, Nick_Adamson_Software, en développement en février 2006
Frogger, Nikki Kuppens, Online, 2006 (simplification du jeu vidéo « Frogger », gratuit)
Futur Olympics, Michiel Krol and Mark van Wijnen, Online, PC (saut en longueur, 1 joueur)
Garfield's Sheep Shot Game, Star_Sleeper, Jouable sur Internet, (1 joueur, gratuit)
Giftanum, XLStudios, PC, 2004 (1 joueur, gratuit)
GMA Tank Commander, GMA_Games, PC (1 joueur)
Goalball One on One, UK_Audio_Network, PC, 2005 (football: tirs aux buts)
The Great Toy Robbery, LWorks, PC, (gratuit)
How Down, PB-Games, PC, 2006 (tennis de table, gratuit)
In the Pit, studiohunty, PC, 2006 (chasse à l'homme, nécessite un pad X-Box 360, gratuit)
Jumpman, Anthonie van der Heul Gavin Kempenaar and Alex Kentie, PC, 2006 (gratuit).
Kill All Zombies, Daniel Ernst and Simon Alkemade, PC, 2006 (jeu de tir à la souris, gratuit)
KM 2000, Code_Factory, PC, (jeu de courses)
Lockpick, LWorks, PC, (gratuit)
LWorks Arcade Volume 1, LWorks, PC
MatrixShot, University of Magdeburg, PC, 2004 (esquive de balles, nécessite une webcam)
Max Shrapnel, Alchemy_Game_Studios, PC, en développement en février 2006 (jeu de tir)
Metris, InspiredCode, PC, (clone audio de Tetris)
Montezuma's Revenge, Alchemy Game Studios, 2005 (inachevé, side scroller, 1 joueur)
Montezuma's Return, USA game's, 2007 (amélioration de Montezuma's revenge, public beta)
Mosquitoes, University of Magdeburg, PC, 2004 (nécessite un pointeur, 1 joueur)
Ms. Pacman Talks, PCS Games, PC (clone audio de Pac-Man)
Mudsplat, IST:_Information_Society_Technologies, Université_Pierre_et_Marie_Curie, SITREC, Université_du_Havre, University_of_Sunderland, BrailleNet, Specialpedagogiska_Institutet and Virtua, PC, 2005 (jeu de tir en français, 1 joueur, gratuit)
Mueckenjagd, BLINDzeln, PC, 2004 (gratuit)
Nu Jam Guitar, Hasbro, Jouet, 2007 (jeu musical de réflexes)
P C S Space Invaders, PCS_Games, PC DOS, 2000 (jeu de tir, 1 joueur)
Pacman Talks, GMA_Games, PC, (clone audio de Pac-Man, 1 joueur)

Pigeon Panic, LWorks, PC, (jeu de tir, gratuit)
Pinball Party Pack, Draconis Entertainment, PC (flipper)
Pipe, BSC_Games, PC, 2001
Pipe 2: Blast Chamber, BSG_Games, PC Windows, 2002-2005 (1 joueur)
Rail racer, BlindAdrenaline, PC, 2006 (jeu de course futuriste, 1- multi joueurs)
Tampokme, the audio multi-players one-key mosquito eater, CECIAA, le CEDRIC CNAM, le laboratoire INOVA de l'UPMC, PC, 2007 (jeu de réflexe, 1-4 joueurs, gratuit)
The revenge of the Elves, nomensa, Jouable sur Internet, 2005 (mémoire, 1 joueur, gratuit)
Race Night, The Audio Network, Jouable sur Internet (courses de chevaux, gratuit)
Raceway, Alchemy_Game_Studios, PC, en développement en février 2006, courses
The Savage Gamut, Fantasy_Storm, PC, (boxe)
Science Invasion, Pb-games, PC,
Shades of Doom, GMA_Games, PC, (jeu de tir, 1 joueur)
A.Shooter Sonic Invaders, a.Game, PC, 2004 (jeu de tir, 1 joueur, gratuit)
Shooting Range, PCS_Games, PC DOS, 1997 (1 joueur)
Shout out, N. Gawronski, en développement en février 2006 (jeu d'action)
Showdown, Pb-games, PC, 2004 (gratuit)
SNake, Pb-games, PC, 2003 (clone audio du jeu snake, 1 joueur, Abandonware)
The Snowball War, Pb-games, PC, 2003 (jeu de tir, gratuit)
Sonar, Joeri Lefevre, David Smit and Niels Keetels, PC, 2006 (tir, nécessite la souris, gratuit)
Sonic Invaders, A. Mytaras, PC, (jeu de tir, 1 joueur)
Sonic Zoom, Sounds_Like_Fun, PC, 2004 (jeu de courses, 1 joueur, gratuit)
Sound Pong, Marjan van der Meulen and Arjen Hiemstra, PC, 2006 (audio pong, gratuit)
Space Colony Cleaner, TDLGames, PC, (joueur: 1)
Splatter, Bas ten Bergen, Kawai Cheung and Erwin Henraat, Online, 2006 (gratuit)
Star Wars: Shadow of the Force, USA_Games, PC, en développement en février 2006
Starbase Defender, T. Siestsma, (jeu de tir)
Super Deekout, DanZ_Games, PC,
Super football, Vipgameszone, PC, jouable sur Internet, (football, joueur: 1-2)
Super Liam, LWorks, PC, (jeu à défilement horizontal)
Super Liam II, LWorks, PC, en développement en février 2006 (side-scroller)
Super Mario Brothers: The Audio Rendition, Dragon Slayer Games, 2007 (beta)
Super Punch Out, Nintendo, Console de salon Super Nintendo, 1994 (boxe, joueur: 1)
Super Shot!, LWorks, PC, (clone audio du tape taupe)
Super Tennis, Vipgameszone, PC, (tennis, joueur: 1 ou 2 sur Internet)
Tarzan junior, Pb-games, PC, 2004 (jeu à défilement horizontal, joueur: 1)
Technoshock, Anatol Kamynin, PC, 2006 (audio doom, joueur : 1, gratuit)
Temple of Steel, TDLGames, PC, 2004 (joueur: 1, abandonware)

Ten Pin Alley, Draconis Entertainment, PC, 2003-2005 (bowling, joueur: 1 – multijoueurs)
Termite Torpedo, American_Printing_House_for_the_Blind, PC, 2001 (jeu de tir, joueur: 1)
Terrestrial Invaders, UA-Games, PC, 2006 (jeu de tir, joueur : 1, gratuit)
Top Speed, Playing_in_the_dark, PC, 2004 (jeu de courses automobiles, joueur: 1, gratuit)
Top Speed 2, Playing_in_the_dark, PC, 2006 (courses automobiles, multijoueur, gratuit)
Tournament, M. Bijani, FSNotetaker, MS DOS, (gratuit)
Trax, Logisys, PC DOS, (jeu de tir)
Troopanum, BSC Games, PC, 2001 (jeu de tir, gratuit)
Troopanum 2.0, BSC_Games, PC, 2002-2005 (joueur: 1)
The Void, BSC Games, PC, (jeu de tir)
Whack-a-Mole for the Visually Impaired, L. Kohli, PC, 2004 (tape taupe, joueur: 1, gratuit)
Wingolf5, Kitchen's_inc, PC Windows, 2003 (golf, gratuit)
Winpong2, Kitchen's_inc, PC, 2003 (audio pong, gratuit)
X- Wing Patrol, D. Duff, PC (jeu de tir)
Zato, Mark Brouwers en Djégo Ibanez, Online, 2006 (réflexes, joueur : 1, gratuit)
3d snake, Pb-games, PC, 2004 (joueur: 1, gratuit)

7.2.2 Jeux d'exploration

Armadillo Army, American_Printing_House_for_the_Blind, PC, 2003 (labyrinthe)
Armed Survival, J. White, FSNotetaker, MS-DOS, (joueur: 1, gratuit)
Aura, T. T. Software, PC, 2004 (labyrinthe, joueur: 1, gratuit)
Black cat in a black room, Haaf, PC, 2007 (labyrinthe, joueur : 1, gratuit)
The Blind Eye, AM Production MultiMedia, AM3D, The Refnaes8School, The Danish Association of the Blind, The Danish Association of the Blind Youth, The Department of Acoustics at Aalborg University, The Danish Centre for Technical Aids for Rehabilitation and Education, The Handicap Consultancy, Blakaergaard, The Institute for The Blind and Partially Sighted in Denmark, The Childrenss' Sight Center in Copenhagen County and The Sight Central in Storstrom County, PC, beta version en 2005 (joueur: 1, gratuit)
Chillingham, Bavisoft, PC, (joueur: 1)
Egg Hunt, LWorks, PC, (recherche d'objets sonores, joueur: 1, gratuit)
Fire Escape, Aron Oostdijk, Online, 2006 (évasion, joueurs: 1, gratuit)
Find baden (Find the Boat), Refsnaes School,
Fox and Hounds, PCS_Games, PC DOS, 1997
The Great Escape, J. Smith, FSNotetaker MS-DOS, (labyrinthe, joueur: 1, gratuit)
Grizzly Gulch Western Extravaganza, Bavisoft, PC,
Haze Maze, PCS_Games, PC DOS, 1998 (labyrinthe)
The Last Crusade, P. Dwyer and P. S. VanLund, PC, (jeu de rôle, joueur: 1, gratuit)
La Malédiction, dk-games, PC, 2007 (joueur : 1, gratuit)

Maze, Floris Didden and Robert van Geffen, Online, 2006 (labyrinthe, joueur : 1, gratuit)
Maze Craze, DanZ_Games, PC, (labyrinthe, joueur: 1, gratuit)
The Maze!, The_Audio_Network, Jouable sur Internet, (labyrinthe, joueur: 1, gratuit)
MazeGame, TDLGames, PC, (labyrinthe, gratuit)
Monkey Business, Draconis Entertainment, PC Windows, 2003-2005 (capture, joueur: 1)
Mortal maze, Vipgameszone, PC, (labyrinthe, gratuit)
PhantasyRPG, GamersBrand, Jouable sur Internet, 2005 (jeu de rôle, multijoueurs, gratuit)
Pippi, Multimedia,
RadaR the Eargame, Sonokids, en développement en février 2006
Real Sound - Kaze No Regret, WARP, Console de salon Sega Saturn, 1999 (joueur: 1)
Super Egg Hunt, LWorks, PC, (gratuit)
Talking Maze Game, RWF_Talking_Software, PC, (labyrinthe, joueur: 1)
Terraformers, PIN_Interactive, PC, 2002 (joueur: 1)
Treasure Hunt, M. Bijani, PC, (joueur: 1)
Treasure Manie, Lighttech Intercative, PC, 2007 (recherche de trésors, gratuit)
Underwater, Audio-Games PlayCenter, 2007 (jouable à la souris)
La ville sans les yeux 2006, B. Katra, J.Y. Cronier, G. Vermont et C. Le Prado, 2006.

7.2.3 Jeux de stratégie ou de gestion

Ace Fire, Game, dac-productions, dcsproductions, 2006 (jeu de tir au tour par tour, gratuit)
Baseball Mogul, Sports_Mogul_Inc, Windows, 2005 (gestion d'une équipe de baseball)
Bkm store,B. Mckinnish, PC, (joueur: 1, gratuit)
Cannon Crossfire, Danz Games, PC, (jeu de stratégie)
Football Mogul, Sports_Mogul_Inc, Windows, 2005 (gestion d'une équipe de football)
Galaxy Ranger, Vipgameszone, PC, (stratégie temps réel, joueur: 1 ou 2 sur Internet)
GMA Mine Buster, GMA_Games, PC, (démineur, joueur: 1, gratuit)
Life, Kitchen's inc, PC, 2003 (stratégie, joueur: 1, gratuit)
Lone Wolf, GMA_Games, PC, (simulation de sous marin, joueur: 1)
Shell Shock, Adora Entertainment, PC, 2001 (stratégie, joueur: 1-2, Abandonware)
Sound RTS, The SoundMUD Project, 2007 (stratégie, multijoueurs)
Trek 2000: The Battle Begins, GMA_Games, PC, (stratégie, joueur: 1)
Trucker, Kitchen's_inc and H. Glantzberg, PC, 1985, 2004 (gestion d'un camion, gratuit)
Winmule, Kitchen's_inc, PC, (contrebande spatiale, gratuit)

7.2.4 Jeux de société

Accessible Battleship, R. Betz, PC, (bataille navale)
Accessible BlackJack, R. Betz, PC, (blackJack)

Accessible FreeCell, R. Betz, PC, (réussite)
Accessible Memory, R. Betz, PC
Accessible Poker Squares SV, R. Betz, PC, (Jeu de cartes)
Accessible Simon, R. Betz, PC, (Simon Accessible)
Accessible Word Scramble, R. Betz, PC, (scramble)
Accessible WordPlay, R. Betz, PC, (jeu de mots)
Accessible Yahtzee, R. Betz, PC, (jeu de dés)
All inPlay Crazy Eights, All_inPlay, Jouable sur Internet, 2002 (jeu de cartes, multijoueur)
All inPlay Poker, All_inPlay, Jouable sur Internet, 2003 (poker, multijoueurs)
Anita's World Challenge spoonbill Software, PC (jeux de mots)
Audio Network Disk 1, The_Audio_Network, PC, 2004 (ensemble de jeux de société)
Audio Network Disk 2, The_Audio_Network, PC, 2004 (ensemble de jeux de société)
Audio Network Disk 3, The_Audio_Network, PC, 2004 (ensemble de jeux de société)
Audio Network Disk 4, The_Audio_Network, PC, 2004 ensemble de jeux de société)
Azabat Games Collection: Volume 1, Azabat, PC (Yahtzee, Klondike, Blackjack, Connect 4)
Azabat Games Collection: Volume 2, Azabat, PC (compilation de 6 jeux)
Azabat Games Collection: Volume 3, Azabat, PC (Sudoku, UXB!, Battleships, Memory)
Azabat Games Collection: Volume 4, Azabat, PC (compilation de 4 jeux)
Baccarat, Simon's_Games, PC, (baccarat, gratuit)
Bataille navale traditionnelle audio braille, Louis-Rock Lampron, PC, 2007 (Gratuit)
BataillEO, EO E.D.P.S., PC, 2005 (bataille navale, gratuit)
Battle on the Seas, Softcon Games, PC, 2004 (bataille navale)
BG Cribbage, Spoonbill Software, PC, 2005 (jeu de cartes, gratuit)
BG Free Cell Solitaire, Spoonbill Software, PC, 2005 (jeu de cartes, gratuit)
BG Hearts, Spoonbill Software, PC, 2005 (jeu de cartes, joueur: 1)
BG Klondike Solitaire, Spoonbill_Software, PC, 2005 (jeu de cartes, gratuit)
BG Penguin Solitaire, Spoonbill Software, PC, 2005 (jeu de cartes, gratuit)
BG Scorpion Solitaire, Spoonbill Software, PC, 2005 (jeu de cartes, joueur: 1, gratuit)
BKM number guessing game, B. Mckinnish, PC, 2005 (jeu de devinettes, joueur: 1, gratuit)
Blackjack, Simon's_Games, PC, (blackjack, joueur: 1, gratuit)
Blackjack, Azabat_Software, PC, (blackjack, joueur: 1)
Blind-gamers Uno 1.1, Ian Humphrey, 2007
BG Boggle, Spoonbill Software, PC, 2007(Audio boogle)
Boggle Deluxe 1.1, Spoonbill Software, PC, 2007 (Audio boogle)
Bop It Ultimate, lighttech Interactive, 2007
CCT Solitaire, CrissCross_Technologies, PC, (solitaire, joueur: 1, gratuit)
ChainLink, DanZ_Games, PC, (jeu de mots)
Connect4, Azabat_Software, PC, (puissance 4, joueur: 1)

The Daily Puzzles!, The_Audio_Network, Online, (questions réponses, joueur: 1, gratuit)
DanZ Memory, DanZ_Games, PC, (simon, joueur: 1, gratuit)
DJNL: Drs Java Network Launching Protocal, PC A. Jacobs, 2005 (gratuit)
Djurmemory , TPB_talboks-och_punktskriftsbiblioteket, Jouable sur Internet, (gratuit)
Djurspelet (Animal Game), TRC, (jeu de dés)
Freedom Millionaire, PC Freedom Games, (questions et réponses, gratuit)
Freedom Wheel of Fortune, Freedom Games, PC, (questions et réponses, gratuit)
Frustration, The_Audio_Network, jouable sur Internet, (questions, joueur: 1, gratuit)
Garfield's Bedtime Story Creator, Star_Sleeper, Jouable sur Internet, (joueur: 1, gratuit)
GMA Dice, GMA_Games, PC, (jeu de dés, joueur: 1, gratuit)
GMA Solitaire, GMA_Games, PC, (solitaire, joueur: 1, gratuit)
Guess it, Simon's_Games, PC, (questions réponses, joueur: 1, gratuit)
Guess Me, TDLGames, PC, (jeu de question réponses)
Hangman, Net Systems Solutions, Online, 2006 (pendu, joueur: 1, gratuit)
Hark The Sound: A Sound Game For Kids, G. Bishop, PC, 2005 (questions, gratuit)
Headrush, Jellyvision, PC, (question et réponses)
3 in a Row, The_Audio_Network, jouable sur Internet, (morpion, joueur: 1, gratuit)
KChess Advance, ARK_Angles, PC, (jeu d'échecs)
KChess Elite, ARK_Angles, PC, (jeu d'échecs)
Klondike, Azabat_Software, PC, (solitaire, joueur: 1)
Liar Liar!, The_Audio_Network, jouable sur Internet, (questions, joueur: 1, gratuit)
L'oreille mène l'enquête, Cité_des_sciences_et_de_l'Industrie, jouable sur Internet, 2001
LWorks Words, LWorks, PC, (jeu de mots)
Magic Match, Computer Room Services, PC, 2001
Memory, TRC, (mémorisation)
Memory, Sonokids, PC, (mémorisation, joueur: 1, gratuit)
Minefield!, The_Audio_Network, Jouable sur Internet, (questions, joueur: 1, gratuit)
Mission Z, Star_Sleeper, Jouable sur Internet, (mémorisation, joueur: 1, gratuit)
Monopoly, PCS_Games, PC DOS, 1997 (monopoly)
MoralMike Othello, MoralMike, PC, (Othello, gratuit)
Music Quizzes, The_Audio_Network, Jouable sur Internet, (questions, joueur: 1, gratuit)
Not a lot of people know that, The_Audio_Network, Jouable sur Internet, (gratuit)
Noughts and crosses, Simon's_Games, PC, (tic-tac-toe, gratuit)
Par(Pairs), MediaLT, (mémorisation)
PCS Card Club, PCS_Games, PC DOS, 1997 (jeu de cartes)
Pirate Memory Game, Klango_Environment_Team, PC, 2005 (mémorisation, joueur: 1)
Punktjakten (The Dot Hunt), Hadar, (jeu braille)
Quick Fire Quizzes, The_Audio_Network, Jouable sur Internet, (questions, joueur: 1, gratuit)

Quick Fire Quizzes II, The_Audio_Network, Jouable sur Internet, (questions, gratuit)
Quizzology, Major_Games, Tout lecteur de CD, (jeu de questions et réponses, multijoueurs)
RNIB Blind Date, Royal_National_Institute_of_the_Blind, Jouable en ligne (Gratuit)
Rock Paper Scissors, B. Mckinnish, PC, (Gratuit)
SAPI Simon, Jim Kitchen, 2007
Search Party, DanZ_Games, PC, (jeu de mots)
Sleuth, Georgia Institute of Technology, PC, 2000 (« Cluedo »)
Snakes and Ladders, The Audio Network, Jouable sur Internet, (serpent et échelles, gratuit)
Snakes and Ladders v2, Jim Kitchen, 2007
Sound Memory, Laurie Candel en Laura Endert, Online, 2006 (jouable à la souris, gratuit)
SoundMind, T. Chase, PC, (audio master mind, joueur: 1, gratuit)
Sudo-San, audiogames.net, online, 2006 (accessible sudoku, joueur : 1, gratuit)
Super Simon, G. Pearce, PC, 2002 (mémorisation, gratuit)
Talking Word Puzzles, American_Printing_House_for_the_Blind, PC, 2005 (jeu de mots)
Tiflo 21, manolo.net, PC, 2006(blackjack, site en espagnol)
Tornspelet , T. t.-o. punktskriftsbiblioteket, Jouable sur Internet, (tours de hanoï, gratuit)
Trivia version, M. Bijami, FSNotetaker, MS-DOS, (questions et réponses, gratuit)
Type, L. Erven, FSNotetaker MS-DOS (apprentissage du braille, joueur: 1, gratuit)
Typing Tutor, Blind games Software development Project, PC, (apprentissage clavier, gratuit)
UA-Chess, the_Centre_for_Universal_Access_&_Assistive_Technologies, PC,(Gratuit)
The Ultimate SounDoku, Draconis_Entertainment, PC, 2006 (Sudoku)
Uno, Spoonbill, 2007
War, Dragon Slayer Games, PC, 2006 (jeu de cartes, gratuit)
Who Wants to win a Million Points?, The_Audio_Network, Jouable sur Internet, (gratuit)
Wincas2, Kitchen's_inc, PC, (jeux de casino, gratuit)
Winlad, Kitchen's_inc, PC, (clone audio du jeu échelles et serpents, gratuit)
Winmast, Kitchen's_inc, PC, 2003 (master mind, gratuit)
Winpoly3, Kitchen's_inc, PC, 2005 (monopoly, joueur: 1-6, gratuit)
Wintgf2, Kitchen's_inc, PC, (questions, gratuit)
Wintgf3, Kitchen's_inc, PC, (questions et réponses, gratuit)
Wintgf4, Kitchen's_inc, PC, (questions et réponses, gratuit)
Wintriv, Kitchen's_inc, PC, (questions et réponses, gratuit)
Winyaht, Kitchen's_inc, PC, 2004 (jeu de dés: yahtzee, nombre de joueurs: 2-9, gratuit)
Yahtzee, Azabat_Software, PC (jeu de dés)
Yahtzee, Spoonbill Software, 2007
You Don't Hear Jack: Volume 1, Jellyvision, Lecteur CD, (questions et réponses)
You Don't Know Jack 6: The Lost Gold, Jellyvision, PC, (questions et réponses)
You Don't Know Jack: Movies, Jellyvision, PC, (questions et réponses)

You Don't Know Jack: Sports, Jellyvision, PC, (questions et réponses)
You Don't Know Jack: The Ride, Jellyvision and Berkeley_Systems, PC, 1998 (questions)
You Don't Know Jack: TV, Jellyvision, PC, 1997 (questions et réponses)
You Don't Know Jack: Volume 1 XL, Berkely_Systems, PC windows, 1995 (questions)
You Don't Know Jack: Volume 2, Jellyvision, PC, 1996 (questions et réponses)
You Don't Know Jack:Volume 3, Berkeley_Systems and Jellyvision, PC, 1997 (questions)

7.2.5 Styles de jeux non définis

Nous n'avons pas eu le temps d'essayer les jeux suivants et ne les avons par conséquent pas classés dans l'une des catégories précédentes.

1000 A.D., AderSoftware, 2007
A l'abordage, Pit !, TIM Project, PC, 2004 *(*jeu éducatif pour jeunes enfants)
Accessible Suit Yourself, game for the blind, PC (compilation de jeux de société)
Akatellas hemlighet (The Secret of Akatella), X. I. TRC
Alien Invasion, Code_Factory, PC,
Amazing Voice, Niels Pausma, PC et Online, 2006 (nécessite un micro, joueur : 2, gratuit)
Anton o Rulle. Kvackskogen (Anton and Rulle, The Quack Forrest), SIH Läro-medel,
Audio game maker, The Bartiméus Accessibility foundation, 2007 (moteur de jeux)
Audi Odyssey, GAMBIT Game Lab, 2007
BBC Jam, BBC Jam's Accessible Games, PC, (ensemble de jeux pour enfants mal voyants)
Beach VolleyBall, Vipgameszone, PC, 2006 (volley)
Beautiful Ears, L. Hsieh and P. Hsieh, Jouable sur Internet, 2003 (gratuit)
Blankblock!, Lighttech Interactive, PC, 2007 (joueur : 1, gratuit)
Blind-gamers Word Target, Ian Humphrey, 2007
BlueBird, E. London, J. Hoover and K. Reszka, PC, (séquenceur accessible, gratuit)
Boating Week,N. Gawronski, en développement en février 2006
Bobby's Revenge, BSC_Games, PC, 2002-2005 (joueur: 1, gratuit)
Bridge Baron 16, Great Game Product, PC, 2006 (bridge)
Castle Quest, BSC_Games, PC,
Change Reaction, Draconis Entertainment, PC Windows, (joueur: 1)
Chopper challenge, x-sight-interactive, 2007
Christmas Playroom, Computer Room Services, PC (apprentissage du clavier)
Cinderella, Code_Factory, PC,
Clic d'Api n°5, Projet TIM de l'INOVA, PC, 2004 *(*jeu pédagogique pour jeunes enfants)
Combo, 7-128 Software games, 2007
Completion, 7-128 Software games, 2007
Crambles, 7-128 Software games, 2007

Crossword Fun For Kids, Computer Room Services, PC (mots croisés)
Crossword Fun For Adults, Computer Room Services, PC (mots croisés)
Cyberland Sound Escape!, Farmsteader, PC, 2007 (gratuit)
Dark Circus, DKM, IT University of Copenhagen (nécessite un matériel spécial)
Dark Room Sex Game, PC avec wiimotes, (simulation d'orgie sexuelle, 1-4 joueurs).
Definitions, 7-128 Software games, 2007
Descent Into Madness, SoundsLikeFun, 2005 (jeu d'aventure textuel sonore, gratuit)
Destroy the castle, Dragon Slayer Games, Online, 2006 (stratégie minimaliste, gratuit)
DeViNT GAMES, Polytech'Nice Sophia Antipolis propose chaque année depuis 2006 une compilation de jeux sonores originaux produite par certains de ses étudiants. Jeux gratuits.
The Diver 100, TDLGames, PC, (gratuit)
Dog and Cat, Vipgameszone, PC, (gratuit)
DogGrowl, *DogFight*, PC, prévu courant 2007 (jeu de combat aérien)
Dragon Warrior, Dragon Slayer Games, PC, 2006 (clone de super Liam, gratuit)
Dueling Swords, Dragon Slayer Games, PC, 2006 (gratuit)
The Eamon Guild of Free Adventurers, Adora_Entertainment, PC
Elemental Battle, Dragon Slayer Games, PC, 2006 (audio RPG, Gratuit)
Endgame, Malinche, PC, PDA, Télephone portable
Fantasy Golf Course, Online, 2006 (gratuit)
Fast and loose, Simon's_Games, PC (gratuit)
Find The Buttons (Mouse Traning for blind children), R. C. Associates, PC Windows,
Finger Panic, BSC_Games, PC Windows, 2002-2005 (joueur: 1, gratuit)
The First Mile, Malinche, PC
Flies By Night, Computer Room Services, PC (action musical)
Forest Friends Easter Egg Hunt Adventure, Computer Room Services, PC (compilation)
Froggy Hop, Computer Room Services, PC (questionnaire audio pédagogique)
Funny bowling, Vipgameszone, PC, 2006 (bowling fantaisiste)
Future Boy, The General Coffee Company Film Productions, PC
Galaxyweb, Squidsoft, 2005
Greystone
Händler und Halunken, A. Redemann, PC,
Homer on a Harley, Jim Kitchen, 2007
Hansel and Gretel, Code_Factory, PC,
The Hare and the Tortoise, Code_Factory, PC,
Haunted Factory, Mithral Games, PC (tetris audio)
Hobbit - The True Story, TDLGames, F. Ramsberg and J. Berntsson, PC, (gratuit)
The Horse Racing Game, Lighttech Interactive, PC, 2006 (courses de chevaux, gratuit)
Hunter, BSC_Games, PC Windows, 2002-2005 (joueur: 1)

Ilbo, the Utrecht School of the Arts, Installation interactive, *(*joueur: 1)
Inspector Cyndi in Newport - Death Nell, 7-128 Software games, 2007
Inspector Cyndi in Newport - The Forgetful Sailor, 7-128 Software games, 2007
Inspector Cyndi in Newport - Unfinished Symphony, 7-128 Software games, 2007
Inspector Cyndi in Newport - When Irish Spies are Smiling, 7-128 Software games, 2007
Inspector Cyndi in Newport - Fall from Grace, 7-128 Software games, 2007
Inspector Cyndi in Newport - Lights Out, 7-128 Software games, 2007
Les jeux de Lulu, Régine, sur Internet (jeux pour jeunes enfants mal voyants, gratuit)
Judgment day, LWorks, PC, 2006
Jungle Fever, The Audio Network, Jouable sur Internet, (joueur: 1, gratuit)
Keyboard crazy, Vipgameszone, PC, (gratuit)
Keyboard Playroom, Computer Room Services, PC
Kim's Game, 7-128 Software games, 2007
Klango, Klango, PC, 2004 (moteur de jeu)
Klockregn , TPB_talboks-och_punktskriftsbiblioteket, sur Internet, (joueur: 1, gratuit)
KULL, TPB_talboks-och_punktskriftsbiblioteket, sur Internet, (joueur: 1, gratuit)
Learn Keys, American_Printing_House_for_the_Blind, PC, (joueur: 1)
Little Red Riding Hood, Code_Factory, PC,
Longest Word, 7-128 Software games, 2007
Lords of the Galaxy
Los Secretos de Villa del Agua, Code_Factory, PC, (joueur: 1)
Maffia Hot Pursuit, Michiel Krol and Mark van Wijnen, Online, 2006 (gratuit)
Maitipi Escape, Baudhaus, Online, 2003 (joueur: 1, gratuit)
Martines Dyrebok, Tut og kjor (Martines Animal Book, Hoot and Drive), MediaLT,
Mind Puzzles, PCS_Games, PC DOS, 1998
Miss Crinkle's Academy, The_Audio_Network, sur Internet, (joueur: 1, gratuit)
Mississippi, Mar-dy, PC, 2004
Move your game controller, Dutch TU/e, the Accessibility foundation, installation,
15 Numbers, BSC_Games, PC Windows, 2002-2005 (joueur: 1)
Orchestra, 7-128 Software games, 2007
Pentari : First Light, Malinche Entertainment, PC
The Pied Piper of Hamelin, Code_Factory, PC,
Pinochio, Code_Factory, PC,
Pirates!, Play! & the Institute in Gothenburg, prototype portable, 2001 *(*multi joueurs)
Private Detective School, Code_Factory, PC,
Popomundo, Online, 2006 (gestion de la vie d'une star musicale)
Puppy1, Jim Kitchen (combat aérien)
Puss in Boots, Code_Factory, PC,

Quest, Axe Software, 2007
Ratjeprak, Soundsupport.net, PC, 2002 (Gratuit)
Reader Rabbit's Toddler, Projet TIM / INOVA, 2004 (neuf jeux éducatifs)
(Les) Saisons de petit ours brun, Projet TIM / INOVA, 2004
Santa Claus is Back, Code_Factory, PC, 2001 (gratuit)
Sarah and the Castle of Witchcraft and Wizardry, PCS_Games, PC, 2006
Self Destruct, XLStudios, PC, 2004 (abandonware)
Seuss Crane, Detective FOr Hire - The Case of the Missing Lightouse Keeper, Destiny Software Productions, sur Internet, 1999 (joueur: 1, gratuit)
Sightless, Brian Bors, PC, 2006 (audio RPG, joueur : 1, gratuit)
Shoot Da Me, RS Games, 2007
Sleeping Beauty, Code_Factory, PC, (joueur: 1)
Snow White and the Seven Dwarves, Code_Factory, PC,
Soccerboss (gestion d'une équipe de football)
Sonic Cities, PLAY studio & the Interactive Institute, prototype portatif, 2003
Sonic Match, BSC_Games, PC Windows, 2002-2005 (joueur: 1, gratuit)
SoundMud, jlpo@free.fr, PC, 2006 (Multi joueurs, gratuit)
Sound puzzle, Vipgameszone, PC, (gratuit)
Sound Shapes, University_of_Tampere,
Sound Voyager, Nintendo, Game Boy Advance, 2006 (7 mini jeux sonores / musicaux)
Space, BPCPrograms Softawre Division, FSNotetaker; MS-DOS, (joueur: 1, gratuit)
Sphere, L-Works, PC,
Star Trek: The Final Conflict, USA_Games, PC Windows, 2006 (joueur: 1)
SuperDog's Bone Hunt, PCS Games, PC, 2006 (recherche d'objets, joueur : 1, gratuit)
Synonyms and Antonyms, 7-128 Software games, 2007
Tachido, Tsunami Factory, C. Bourdon and F. Lucéa, en développement en février 2006
Terrasonica, Terra Sonica Team, PC, 2000
The Three Little Pigs, Code_Factory, PC,
Time Adventures, Code_Factory, PC,
The Tin Soldier, Code_Factory, PC,
Toys For Toddlers Who Are Visually Impaired, Sirin, Christa and Vidya, 2003 (jouet)
The Ugly Duckling, Code_Factory, PC,
Ultimate Cribbage,K. Westley and Sourceforge, PC, 1993 (gratuit)
winbase2, Kitchen's_inc, PC, (gratuit)
Winbop2, Kitchen's_inc, PC, 2000 (gratuit)
Wincar6c, Kitchen's_inc, PC, 2003 (joueur:1, gratuit)
Wincon2, Kitchen's_inc, PC, 2005 (joueurs: 2, gratuit)
Winhang, Kitchen's_inc, PC, (gratuit)

WinNFL2, Kitchen's_inc, PC, 2005 (gratuit)
WinSpank, Kitchen's_inc, PC, 2004 (gratuit)
Word Builder, 7-128 Software games, 2007
Word Strain Volume 1, BSC_Games, PC, 2003-2005 (joueur: 1)
Word Strain Volume 2, BSC_Games, PC, 2002-2005 (joueur: 1)
World of Darkness, Dreamtech_Interactive, PC, (joueur: 1)
World of legend, 2006 (Massive online text game, gratuit)
Wrecking Ball, Ken Downey, PC, 2007 (audio arcanoid, gratuit)
X Hour, Vipgameszone, (joueur: 1)

7.3 Quelques expérimentations multimédia

A.Game, *flatlog*, 2004
Aba Games (propose plusieurs jeux de tir expérimentaux abstraits, gratuit)
aliquid, *Computer-bruit*, 2005 (dépot graphique et online de sons à écouter)
A. Allenson, *sketch*, 1998 (boîte à rythmes minimaliste)
A. allenson, *musical boxes*, 2002 (créations de blocs visuels et sonores)
The Australian Broadcasting Corporation and the University of Melbourne's Centre for Classics and Archeology, *Rock a Bye Cerberus*, 2003 (jeu musical où la musique de fond évolue en fonction des actions du joueur)
AVI arts, *Abadja Rhythm: Music of Gana*
J.-C. Baudot, *Soundscape*, 2005 (exploration visuelle et sonore de paysages urbains).
N. Bookchin, *The Intruder*, 1999 (succession de petits jeux)
Paul Catanese, Collection and Experimentation (série d'expérimentations abstraites visuelles)
L'Institut de Recherche et Coordination Accoustique Musique, le Commissariat à l'Energie Atomique, HAPTION et ONDIM, *PHASE: Plateforme Haptique d'Application Sonore pour l'Eveil Musical*, 2004 (installation musicale tactile visuelle et sonore)
M. Clement and M. Fasani, *Trance Galaxy*
Clown Staples, *winnoise*, 2004 (une leçon de sound design)
S. DESIGN, *Audiomeister 2.0*
Friendchip (multiples expérimentations sonores)
Fish-n-chips, *Fish-n-chips index*, 2005 (séquenceur)
G. Frasca, *September 12* (une réflexion interactive sur la violence et ses conséquences)
FutureProducers.com, *Music Toy 4: Drum n Bass*
FutureProducers.com, *Music Toy 3: Jungle*
FutureProducers.com, *Music Toy 1: Hip Hop*
Gratin.org (site incontournable référençant une grande quantité d'artistes)
Home Studio (nombreuses expérimentations)
Ginni's Musical Game (instrument à 7 notes)

I. W. 2004, *Infinite Wheel*, 2004 (ensemble de jouets sonores)
L. S. d. C. Interactive, LUNOGRAPHE: studio de Communication Interactive
T. Iwai, *Resonance of 4*, 1994 (installation interactive visuelle et sonore)
T. Iwai, Piano -as image media, 1995, (installation interactive visuelle et sonore)
T. Iwai, *Music Insects*, 1992 (insectes abstraits musicaux réagissant à des inputs de couleurs)
Jiminon Design Studios, *Jammin' with the funki hedz*, 2004 (concert de quatre créatures)
E. Kodjo and R. Deflache, *HE(M)ATOME*, 2002 (clip musical interactif)
G. Lasserre and A. m. d. Ancxt, *SphèreAléas*, 2005 (installation interactive visuelle et sonore)
LeCielEstBleu, *Pâte à Son*, 2004 (jouet sonore)
Lfoundation.org (nombreuses expérimentations sonores au visuel minimaliste et abstrait)
J. Maeda, *Maeda Studio*, juillet 2005 (nombreuses expérimentations sonores)
MIL liEuX (recherches expérimentales sur le visuel et le son)
H. Newton-Dunn, *Block Jam*, 2002 (jouet électronique: cubes produisant de la musique.)
H. Newton-Dunn, H. Nakano and J. Gibson, Block Jam In *SIGGRAPH2002*, 2002,
Poissonrouge.com, *boohbah*, 2003 (activités audiovisuelles plutôt pour les enfants)
Pickledonion.com (présentation online de plusieurs maquettes musicales interactives)
Resequenced.com
Rom and son (descriptions d'installations interactives non disponibles online)
Seb, *Spacializer* (objets mouvants déclenchant des nappes d'ambiances, nécessite la souris)
Servovalve.org (ensemble d'expérimentations vidéo sonores minimalistes et abstraites)
Stanza (site très riche en expérimentations audiovisuelles)
Toy Symphony (descriptions de projets de jouets sonores)
Whitney music box - var. 17 - hand cranked
Musique generative (la « variation 17 » est interactive)
Yugop.com, *Entropy 01*, 2004 (élongation d'une chaîne de "globules" rythmé par des "Bips")